

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

---

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**" A R A G O N "**



**ESTUDIO ACTUAL Y FUTURO DE LA CAPACIDAD DEL TRAFICO EN LAS LINEAS FERREAS DE LOS FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A :  
GERARDO ROJAS XOLO**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

C94 131  
5957 29524



ESTUDIO ACTUAL Y FUTURO DE LA CAPACIDAD DEL TRAFICO EN LAS LINEAS FERROVIARIAS DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN CIVIL  
PRESENTA  
GERARDO RUIZ VARGAS



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ARAGON  
MEXICO

GERARDO ROJAS XOLO  
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 19 de julio del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. VICENTE ORTEGA ALVA-REZ pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado " ESTUDIO ACTUAL Y FUTURO DE LA CAPACIDAD DEL TRAFICO EN LAS LINEAS FERREAS DE LOS FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para reiterar a usted las bondades de mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
San Juan de Aragón, Edo. de Méx., julio 30 de 1982.  
EL DIRECTOR

LIC. SERGIO ROSAS ROMERO

c.c.p. Coordinación de Ingeniería.  
Unidad Académica.  
Departamento de Servicios Escolares.  
Director de Tesis.

A Isabel Xolo Velasco

Como reconocimiento a tu infinito amor y desinteresado sacrificio.  
A ti, te debo y te dedico todo aquello que fui ayer, todo aquello  
que soy hoy, todo aquello que no he sido, todo aquello que no soy.

Y no sin menos agradecimiento a Rafael Rojas Palomares, para -  
quien cualquier paso que signifique un avance en la Vida de sus  
hijos nunca ha sido pequeño, a ti con respeto y admiración.

A ambos gracias por ser mis Padres.

A mis Hermanos:

José, Carmen, Rafael, Javier y Alberto, los cuales siempre han tenido una firme confianza en mí, sin importar mis tropiezos y errores, lo que ha permitido estrechar lazos de unión que siempre han caracterizado a nuestra familia.

Al Ing. Vicente Ortega Alvarez, por su apoyo en el desarrollo de mi profesión y por su inapreciable y desinteresada ayuda en la elaboración de este trabajo.

Al Ing. Javier Tello Sandoval por su incondicional respaldo a la realización de mis metas.

Quiero expresar mi agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron al logro de mi carrera, así como a los compañeros y amigos que con sus conocimientos, críticas y observaciones contribuyeron al logro del presente trabajo.

## INTRODUCCION

La creciente necesidad del transporte de mercancías entre los centros de producción y los de consumo, sobre todo a grandes distancias y en grandes volúmenes, ha representado en la última década para el ferrocarril, un incremento de tráfico en sus líneas. Esta situación ha motivado gran preocupación por parte de las autoridades correspondientes, respecto a la capacidad de servicio que las instalaciones férreas deberán proporcionar a futuro. Además, es de considerar el aumento inducido de flete como consecuencia del incremento gradual de los energéticos e hidrocarburos, con lo cual posiblemente el ferrocarril se tendrá que preparar para introducir grandes modificaciones físicas, operacionales y administrativas en su sistema, que lo capaciten a prestar un servicio de calidad suficiente a las demandas futuras, con base en costos más racionales de operación.

La principal causa del congestionamiento en algunas líneas de los Ferrocarriles Nacionales de México, es originada por diversos tipos de demora. Sin embargo, de cualquier tipo que sea esta demora, repercute considerablemente a incrementar los ya altos costos de operación. Por tal motivo, es necesario hacer los estudios pertinentes que nos den



las soluciones mediatas, así como a mediano y largo plazo, que deban practicarse a las condiciones físicas de la vía, a los métodos de operación seguidos actualmente y a los procesos administrativos urgentes, para que las líneas férreas funcionen, en la medida de lo posible, adecuadamente.

Con el presente trabajo se pretende plantear soluciones a corto y mediano plazo, con base en las deficiencias que se encuentren en el funcionamiento operativo de los trenes a lo largo de las líneas, tratando de obtener la optimización racional de las instalaciones actuales y en su caso con modificaciones físicas de poca envergadura, pero de gran valía, como consecuencia de su gran utilidad a bajo costo.

No se pretende de ninguna manera pensar en tomar la mejor solución con las recomendaciones que se propongan en este documento, considerando que pueden existir otras alternativas más factibles a implementar.

I N D I C E

	Pág.
1. Antecedentes .....	1
1.2. Definiciones .....	11
2. Situación Actual .....	16
2.2. Tráfico .....	24
2.3. Metodología para el Análisis de la Capacidad en Líneas Férreas .....	45
3. Situación Futura .....	115
3.1. Estimación del Crecimiento del Tráfico para el Periodo 1982 - 2000 .....	115
3.2. Determinación del Tráfico Futuro a Manejar por cada Línea .....	118
3.3. Comparativo del Tráfico a Manejar y la Capa- cidad Instalada .....	120
3.4. Alternativas propuestas para la adecuación de la Capacidad en Líneas, con objeto de satisfacer la demanda futura del Tráfico .....	122
4. Análisis Económico .....	134
5. Conclusiones y Recomendaciones .....	159
Bibliografía .....	164

## 1. ANTECEDENTES HISTORICOS

### 1.1. Breve historia de la construcción y expansión de la red férrea de los Ferrocarriles Nacionales de México.

La construcción de la primera línea férrea en la República Mexicana se remonta a 1850, cuando en septiembre de ese año se inaugura el primer tramo de 13.6 Km. del Puerto de Veracruz a los llanos del Molino rumbo al Rio de San Juan. En 1851 se concluyó -- otro tramo de 12.6 Km. y en 1857 la línea llegó hasta Tejería aún en el Estado de Veracruz.

Ese mismo año se inauguró en septiembre por otra punta del camino el tramo México-Villa de Guadalupe. Estaba recién promulgada-

la Constitución que suprimió los fueros eclesiásticos, quitó a las corporaciones civiles y estableció la libertad de comercio, religión, enseñanza y de trabajo, trayendo consigo la guerra de Reforma.

Así hasta 1867 se abrió al tránsito otro tramo de la Ciudad de México a Apizaco y en 1873 la capital de la República quedó comunicada con el Puerto de Veracruz mediante (en aquel tiempo) el moderno sistema de transporte. Este primer tramo de vía fué el llamado Ferrocarril Mexicano de 470 Kms. de longitud.

Desde 1873 hasta 1910 aumentó en forma continua la longitud de las vías férreas. Así por ejemplo, si en 1878 se construyeron 65 Km., en 1882 se llegó casi a 2000 Km. y siguieron añadiéndose kilómetros a la red.

La siguiente línea de longitud considerable se terminó en 1882 con 442 Km. del Ferrocarril de Sonora (Guaymas-Nogales) establecida por empresa estadounidense; dos años después, en 1884 quedaría concluido el Ferrocarril Central, de México a Ciudad Juárez con 1970 Km. de expansión; en 1888 se concluyó otra gran arteria que ligaba al Centro con la frontera norte del país, el Ferrocarril Nacional Mexicano (México-Nuevo Laredo) de 1352 Km. En este año la extensión total era de 7,695 Km. y en 1910 alcanzaba ya los 19,280 Km. de longitud.

Debido a que el comercio internacional a través del Pacífico ha sido menos intenso que en el Golfo, la comunicación ferroviaria con puertos de este litoral se logró apenas en 1900, con la terminación de la línea Guadalajara-Hermosillo.

Buscando fomentar el movimiento internacional de carga entre los dos océanos, se construyó el ferrocarril Nacional de Tehuantepec entre Puerto México (hoy Coatzacoalcos) y Salina Cruz, poniéndose en servicio el 10. de enero de 1907. Esta línea tuvo un movimiento intenso hasta que se inauguró el Canal de Panamá en 1914.

A partir de 1925 el Gobierno Federal favoreció la construcción de carreteras, limitando las nuevas líneas férreas a la conclusión del antiguo SudPacífico de México (hoy Ferrocarril del Pacífico) construyendo el tramo faltante entre Tepic, Nay. y La Quemada, Jal., en 1927; la conexión con Baja California norte mediante el Ferrocarril Sonora-Baja California entre Benjamín Hill y Mexicali (1948); la conexión con la Península de Yucatán, por medio del Ferrocarril del Sureste (hoy parte de Ferrocarriles Unidos del Sureste) entre Coatzacoalcos y Campeche (1951) y la terminación del antiguo Kansas City México y Oriente (hoy Chihuahua al Pacífico).

En los últimos 30 años la extensión de las vías férreas prácticamente no ha variado, pues los nuevos tramos fueron compensados con los suprimidos por deficiente localización o por improductivos y se-

limitaba prácticamente a mantener la red y hacer sólo las modernizaciones que fueran absolutamente indispensables. Entre éstas podemos mencionar la sustitución de riel en las principales tronca--les por perfiles más pesados, el ensanchamiento de vías que origi--nalmente eran de trocha angosta; la sustitución de la flotilla de lo--comotoras Diesel eléctricas; la modernización de la flotilla de car--ga; la construcción de varias terminales, tales como la del Valle - de México, Guadalajara, Monterrey, Torreón, Saltillo, etc., y la - erección de los grandes talleres de reparación de equipo en San -- Luis Potosí y Aguascalientes.

La perla de ese lapso es la reciente inauguración en noviembre de- 1979 de la vía Coróndiro-Las Truchas de 200 Km. de longitud. Así en 1979 la longitud total de vías principales fué de 19,985 Kms. -- más 5,328 Km. de vías secundarias o de servicio. En su mayor - parte ese total de 25,318 Km. de vías tienen un escantillón de ---- 1.435 m. Sólo 244.6 Km. miden 0.914 m. de ancho. Buena par--te de esta vía angosta corresponde a los Ferrocarriles Unidos del-- Sureste de 1,485 Km. de longitud.

En términos generales, el desarrollo y la localización de las vías - férreas obedeció a los criterios y necesidades del Siglo XX.

A los inversionistas extranjeros les interesó fundamentalmente cons--truir líneas que comunicaran los sitios de origen de materias pri--

mas "estratégicas" y productos tropicales con los puertos de salida (en la costa del Golfo y en la frontera norte, principalmente).

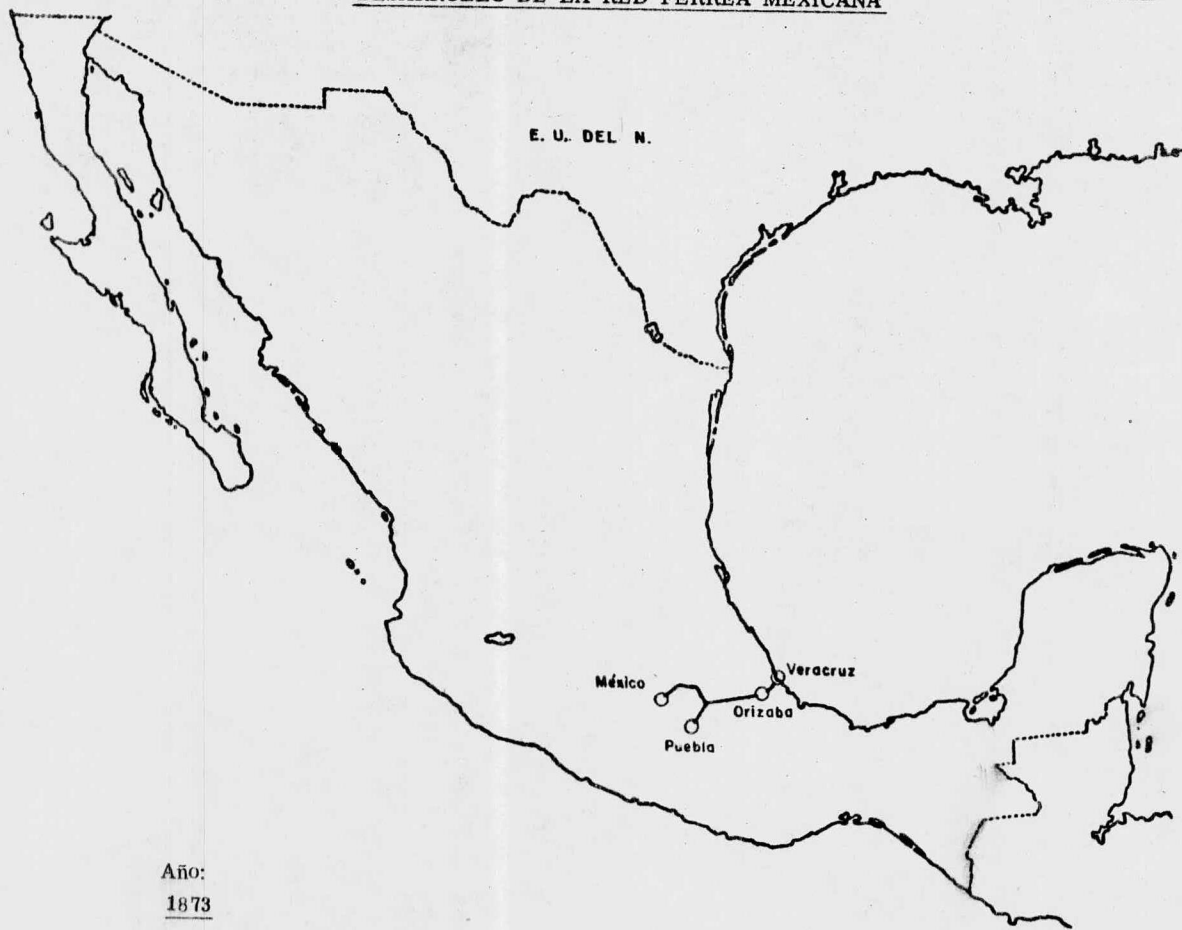
Al mismo tiempo, con ello se lograba la entrada rápida de los productos manufacturados que se demandaban y demandan en el país.

Por estas razones la red ferroviaria no está totalmente integrada y todavía hay regiones aisladas, sobre todo a lo largo de las costas. Asimismo, es notable la carencia de líneas transversales y la coordinación con otros medios de transporte, es insuficiente.

Adicionalmente, se presentan una serie de gráficas ilustrando el desarrollo de las líneas férreas en la República Mexicana. Fig. 1, 2, 3, 4 y 5.

DESARROLLO DE LA RED FERREA MEXICANA

Fig. 1



Año:  
1873



Fig. 2

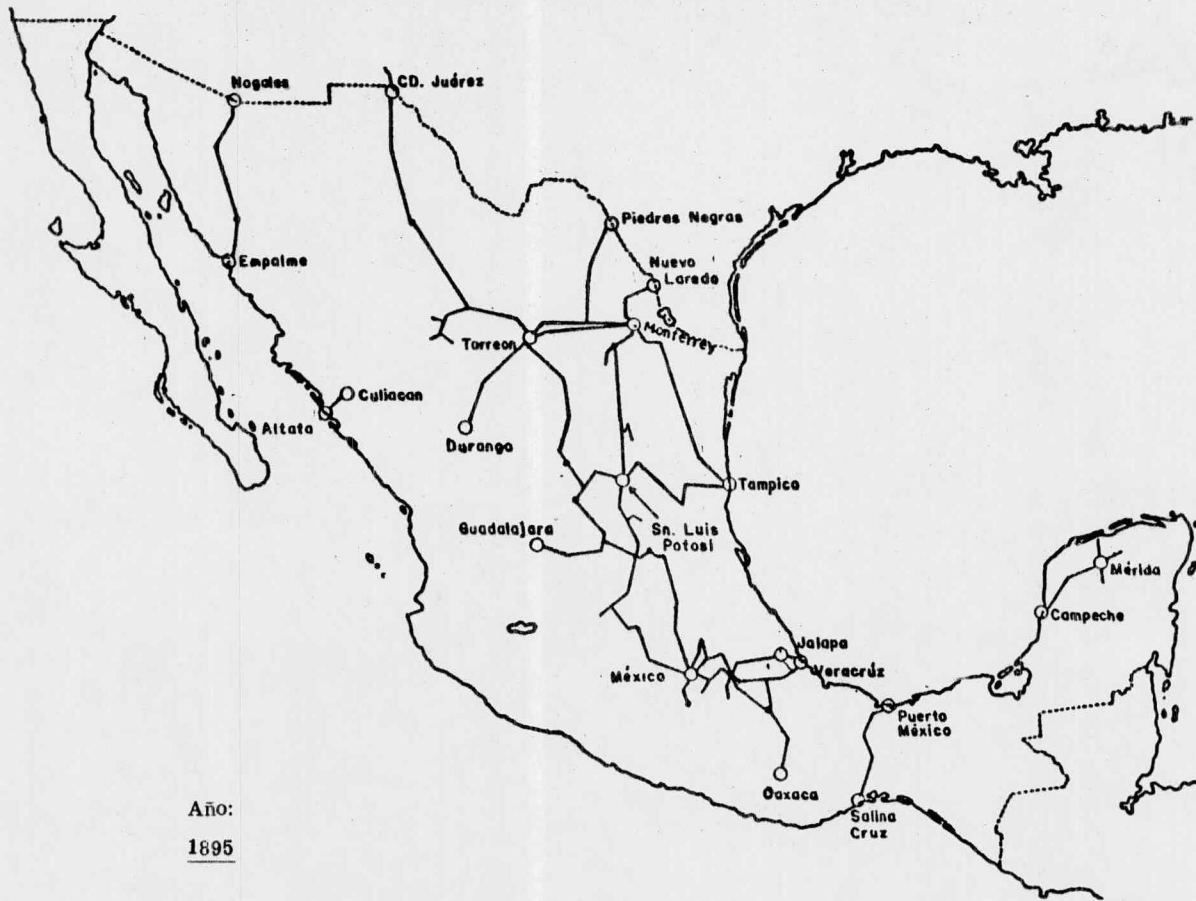
DESARROLLO DE LA RED FERREA MEXICANA



Año:  
1885

DESARROLLO DE LA RED FERREA MEXICANA

Fig. 3



Año:  
1895

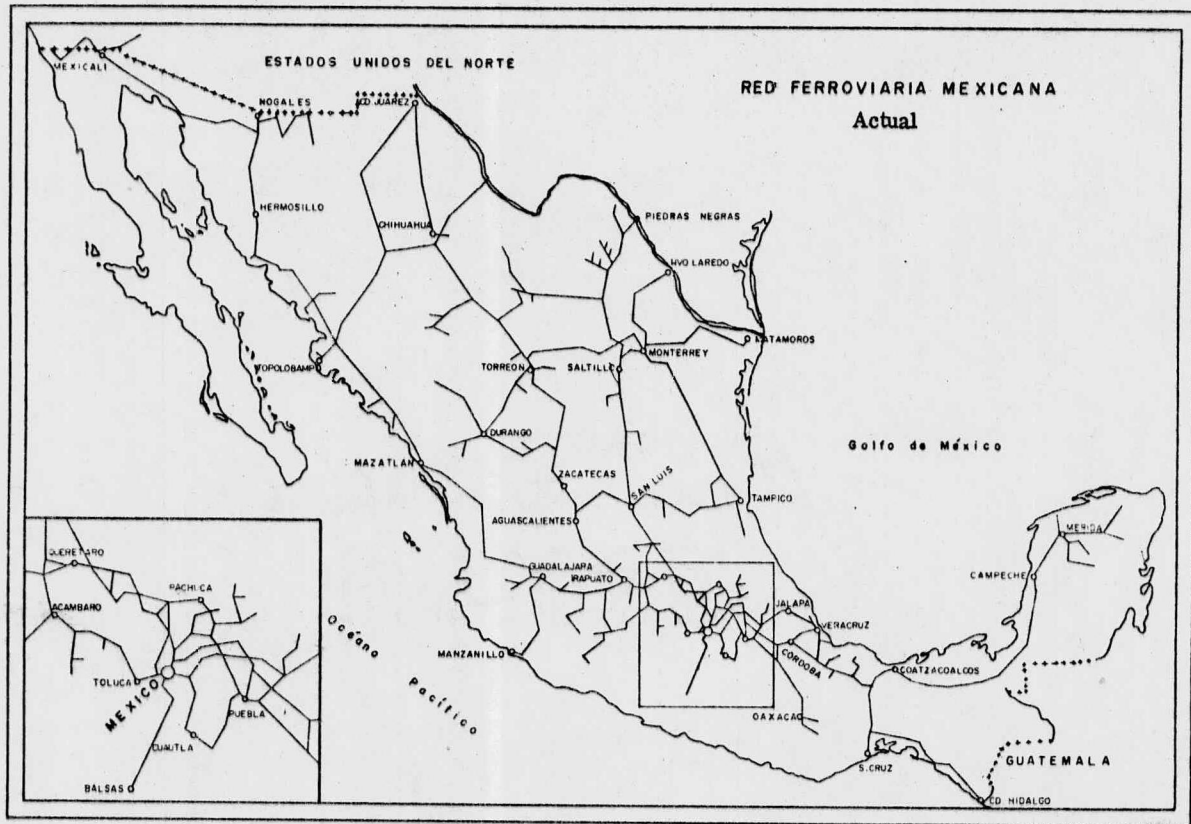
DESARROLLO DE LA RED FERREA MEXICANA

Fig. 4



Año:  
1910

Fig. 5



## 1.2. Definiciones.

La vía sencilla del ferrocarril se define como una ruta entre puntos terminales o subterminales consistente en vía única, la cual -- permite el tránsito en ambas direcciones por medio del uso de -- vías auxiliares o laderos conectados a espacios regulares para el encuentro o rebase de trenes.

El tramo comprendido entre centro y centro de ladero, se define -- como sección de ruta y al tramo comprendido entre las dos conexiones de un mismo escape, se le define como secciones de encuentro y rebases.

Los laderos de operación quedan definidos como aquellas secciones de vía auxiliar destinadas a permitir los encuentros y rebases de -- trenes en la ruta, las cuales nunca deberán ser ocupadas por equipo motor o rodante con otro fin. Los laderos de servicio quedan -- definidos como vías auxiliares conectadas a la principal sin ser estrictamente necesarias para la operación de la ruta en cuanto a lo -- que se refiere a encuentros y rebases, pueden ser ocupadas para -- estacionar equipo rodante, para el servicio de carga y descarga de las estaciones, como vías auxiliares para alojar equipo descompuesto o dañado y cortar entorpecimientos en la ruta, y para permitir -- el movimiento de los trenes locales que desalojan y abastecen equipo cargado o vacío a las estaciones.

Al tiempo en que un tren permanece efectivamente parado para la realización de un encuentro se le llama tiempo de protección del encuentro, y equivale al tiempo contado a partir de la parada del tren en el ladero hasta la liberación del cambio para su reincorporación a la vía principal, por el tren de paso.

Al tiempo que emplea un tren parado en el escape entre se iniciación de movimiento y la recuperación de su velocidad de tránsito sobre la vía principal, se le define como tiempo de recuperación.

Al tiempo que debe emplear un tren para trasladarse de un punto a otro y de acuerdo a una carrera programada, se le define como tiempo de horario y a la velocidad calculada a partir de este tiempo se le define como velocidad media de horario. El tiempo de horario considera una adición al de tránsito, el tiempo empleado para cada tren en la realización de todos los encuentros con los otros trenes y, en algunos casos, el tiempo de parada en subterminales intermedias.

Los tiempos de tránsito que se citan en este trabajo se refieren a tiempos promedio de tránsito considerando que éstos pudieran ser diferentes para los dos sentidos.

Se define como grupo de laderos de operación a aquellos que permiten el tránsito de la vía para una capacidad dada en trenes por día, para una longitud determinada de los trenes y para una distribución programada de los mismos. Cabe mencionar, que pueden presentarse varios grupos de laderos en una vía que permiten diferentes capacidades a diferentes longitudes y con diferentes distribuciones en los horarios de los trenes. Los grupos de laderos de operación siempre siguen reglas determinadas en cuanto a longitud y posición de la ruta. Los laderos de servicio deberán ser situados donde se requieran, ya que teóricamente no podrán afectar los flujos de tráfico de la línea; sin embargo, su longitud puede quedar sujeta a estudio en relación a las facilidades auxiliares que deben proporcionar al tráfico sobre la ruta y que ya fueron mencionadas.

Estación — Lugar designado en el horario con determinado nombre, mismo que cuenta con instalaciones para el servicio de carga y pasajeros.

División — Es una parte del sistema ferrocarrilero que comprende y controla una sección de la red de vías o rutas, la cual cuenta con facilidades administrativas, de control de trenes, de asignación de fuerza, de reparación ligera de fuerza y equipo de arrastre y de patios para el agrupamiento y distribución de carros car

gados y vacíos.

Distrito — Es un tramo comprendido en una división para la operación de los trenes que pasan por la línea.

Tren — Es la formación de una o varias máquinas (que conforman el equipo tractivo) que arrastran un cierto número de carros ya sea de carga o pasajeros.

Tren Directo — Se define como tren directo a aquél que corre entre dos o más terminales principales, y que entrega y recoge sólo lotes mayores con destino a las terminales que comprende su recorrido. Estos trenes no ejecutan maniobras en más de dos puntos intermedios y se sujetan a instrucciones especiales respecto de su recorrido, sus paradas y los lotes que arrastran.

Tren Local — Se define como aquél que hace servicio de ruta, es decir entrega y colecta carros de todas las estaciones de un tramo de ruta determinado, ejecutan las maniobras necesarias en cada uno de los puntos de su tramo, incluyendo pequeños servicios de patio.

Tren Rápido — Es aquél que tiene un horario especial para hacer su recorrido en menor tiempo que los otros trenes de carga. Este tren es generalmente directo o unitario.



Tren Unitario — Es el destinado al transporte de un producto -  
único con asignación de equipo permanente en grupo de equipo de -  
arrastre.

Horario — Es un documento donde se encuentra la autorización -  
para el movimiento de trenes regulares sujetos a las reglas que -  
establece el ferrocarril, y contiene la clase, dirección, número y  
movimiento para un tren regular con sus respectivas instrucciones  
especiales.

## 2.0 SITUACION ACTUAL

### 2.1. Características Generales de la Red Férrea Actual.

Los Ferrocarriles Nacionales de México cuentan actualmente con 14,123.4 Km. de vías principales entre troncales y ramales; --- 3,310.2 Km. de vías secundarias que son las correspondientes, - a laderos, escapes, patios y terminales; 1000.3 km. de vías particulares que son las que integran los escapes industriales en zonas metropolitanas y otras. Este gran total de vías son las que - administran los Ferrocarriles Nacionales de México por medio de 17 divisiones y 3 subdivisiones, las cuales a su vez se dividen en 123 distritos.

Del total del kilometraje de vía en las líneas el 22.6% corresponde a un calibre de riel de 115 Lbs/Yda., el 22.0% a un calibre de riel de 112.3 Lbs/Yda., el 30.2% es de un calibre de riel que va de 100 Lbs/Yda. a 112.3 Lbs/Yda., y el 25.2% restante es de vía con riel de un calibre menor al de 100 Lbs/Yda. entre éstos se encuentran tramos que tienen calibre de 50 Lbs/Yda.

Del riel tendido, el 17.9% corresponde a vía elástica, y el resto a vía estandar o tradicional. Las vías en general son de escantillón ancho (de 1.435 m.) pero hay excepciones como: En los tramos de la línea "VE", la "VF" (de Oriental a Teziutlán) y en Cuautla la línea "VI" que tienen todavía escantillón corto (de 0.914 m.) con un total de 110.8 Km. que representan el 0.8% de la red.

Las características correspondientes al trazado físico de las líneas férreas, se resumen en sus dos componentes geométricas: Pendiente y curvatura que se verán a continuación.

#### 2.1.1. Pendientes.

La pendiente como fuerza resistente que tiene que vencer la fuerza tractiva del tren (ascendiendo) es una limitadora de velocidad, pero que además repercute en el número de carros cargados por tren - al limitarsele la potencia al equipo tractivo. Por lo que se ha reglamentado que la pendiente máxima (ascendiendo) sea del 2.5% para evitar los altos costos de operación en el manejo de trenes en

pendientes mayores.

En la tabla número 1 se observan las características por pendiente de las líneas de los Ferrocarriles Mexicanos por división, --- haciéndose notar que el 96.2% del kilometraje total tiene pendientes que van del 0.0% a 2.5% y el otro 3.8% restante, son tramos que tienen pendientes de más de 2.5% que gracias a las rectificaciones y trazos de nuevas líneas se han ido abatiendo año con año.

En realidad la existencia de vía con más del 2.5% de pendiente, - no se deben a la falta de visión de las actuales directrices de la - empresa. Si tomamos en cuenta que la mayor parte de las líneas férreas fueron construidas entre los últimos 20 años del siglo pasado y los primeros 25 del siglo presente, se comprenderá porque - hasta hoy hay tramos de línea con 4.1% de pendiente, y entre los - más significativos se citan los siguientes:

División Cárdenas

Distrito de Montaña

Tramo: Villar-Montaña, con pendientes máximas de 3.0% de Villar a la Joya y de 2.86% de La Joya a Montaña.

Distrito de Las Canoas de La Bomba a Tamasopo con pendientes - que van del 2.6% al 3.0%.

División Guadalajara

Distrito Sayula

Tramo: Nicolás a La Quemada, con pendiente máxima del 3.0%

Distrito Los Reyes

Tramo: Los Reyes-Tinguindín con el 3.0% de pendiente.

División Jalapa

Distrito de Córdoba

Tramo: Tamarindo-Jalapa, con pendiente que oscilan de 2.5% a 2.57%.

Distrito Las Vigas

Tramo: Jalapa-Las Vigas, con pendientes de 2.5% a 2.88%.

Distrito de Teziutlán

Tramo: Teziutlán-Zautla, con pendientes que van de 2.74%, - 2.95% y 3.06%, 3.11% y 3.13%.

División Mexicano

Distrito de Orizaba. En éste se encuentran las pendientes más pesadas del sistema y éstas oscilan de 2.6% al 4.1%.

Tramo: de Atoyac a Esperanza. Aquí las pendientes van de 2.6% al 4.1%. Tramo: de La Balastrea a Boca del Monte con pendientes que van del 4.0% al 4.1%.

División Pacífico

Distrito de Salazar

Tramo: Río Hondo a la Cima con pendientes que varían de 3.13% a 3.91% y en el otro sentido de Maclovio Herrera a La Cima -- con pendientes de 3.54% a 3.76%.

Distrito de Zitácuaro

Tramo: De Zitácuaro a La Junta con pendientes de 2.9% y en el otro sentido de Maravatio a Zitácuaro con pendientes máximas -- en tramos que oscilan entre 2.5%, 2.8%, 2.9%.

Distrito de Angangueo

Tramo: De la Junta a Angangueo con pendiente del 4.0%.

División Puebla

Distrito de Parífan

Tramo: De Telixtlahuaca a Las Sedas con el 3% de pendiente y -- por otro lado de Tomellín a Las Sedas con pendientes de 2.75% a 4.0%.

Distrito de Tabiche

Tramo: Tabiche-La Cima con el 3.6% de pendiente y en el otro -- sentido de Guebesche a La Cima con el 3.2% de pendiente.

Distrito de Esperanza

Tramo: Miahuatlán a Cañada con pendientes de 3.25% a 3.5%.

Tabla 1

CLASIFICACION DE VIAS POR DIVISION Y POR PENDIENTE EN VIA PRINCIPAL HASTA 1981

DIVISION	De 0 a 0.5% (km)	% Total	De 0.5 a 1.0% (km)	% Total	De 1.0 a 1.5% (km)	% Total	De 1.5 a 2% (km)	% Total	De 2.0 a 2.5% (km)	% Total	Más de 2.5% (km)	% Total	TOTAL (km)
Cárdenas	219.5	27.7	128.4	16.2	369.1	46.5	9.5	1.2	-	-	66.5	8.4	793.0
Centro	290.7	20.4	492.6	34.5	417.5	29.2	177.2	12.4	44.6	3.1	5.5	0.4	1428.1
Golfo	104.6	13.1	206.8	25.9	487.0	61.0	-	-	-	-	-	-	798.4
Guadalajara	220.3	33.8	476.7	51.5	105.5	11.4	98.4	10.6	-	-	25.0	2.7	925.9
Jalapa	33.6	8.6	75.7	19.4	21.9	5.6	120.9	31.0	68.7	17.6	69.5	17.8	390.3
Mexicano	58.6	11.8	47.6	9.6	280.9	56.6	42.7	8.6	17.9	3.6	48.6	9.8	496.3
México	81.2	20.2	147.6	36.7	82.1	20.4	67.6	16.8	18.1	4.5	5.6	1.4	402.2
Monclova	130.9	13.4	705.2	72.2	114.3	11.7	26.3	2.7	-	-	-	-	976.7
Monterrey	99.3	13.6	491.4	67.3	105.9	14.5	14.5	33.5	4.6	-	-	-	730.1
Pacífico	63.6	6.3	230.2	22.8	304.8	30.2	186.7	18.5	59.5	5.9	164.5	16.3	1009.3
Puebla	115.6	9.6	113.1	9.4	480.2	39.9	184.2	15.3	215.4	17.9	95.1	7.9	1203.6
Querétaro	204.8	19.3	382.1	36.0	358.7	33.8	32.9	3.1	77.5	7.3	5.3	0.5	1061.3
San Luis	126.5	14.2	513.9	57.7	180.8	20.3	53.5	6.0	6.2	0.7	9.8	1.1	890.7
Sureste NT.	-	-	63.6	20.2	70.0	22.3	180.9	57.5	-	-	-	-	314.5
Sureste PA.	62.5	13.2	235.1	49.7	175.6	37.1	-	-	-	-	-	-	473.2
Sureste VCI.	101.5	17.0	91.9	15.4	127.2	21.3	148.1	24.8	96.2	16.2	31.6	5.3	597.0
Torreón	769.1	47.1	662.9	40.6	189.4	11.6	4.9	0.3	-	-	6.5	0.4	1632.8
TOTALES:	<u>2682.3</u>	<u>18.9</u>	<u>5064.8</u>	<u>35.9</u>	<u>3870.9</u>	<u>27.4</u>	<u>1387.3</u>	<u>9.7</u>	<u>604.6</u>	<u>4.3</u>	<u>533.5</u>	<u>3.8</u>	<u>14123.4</u>

### 2.1.2. Curvaturas

Al igual que la pendiente la curvatura, llega a ser una limitadora de la velocidad, en un principio por la falta de visibilidad para la seguridad de operación en radios muy grandes, otra es que al unirse una serie de curvas en un tramo o al ser curvas compuestas, limitan el equipo de arrastre así como al equipo tractivo, por el efecto que provocan éstos sobre la vía como: fuerzas radiales, fricción entre los cachetes del hongo del riel y la rueda, y otros que provocan una obligatoria disminución de la velocidad.

Pero una de sus más importantes funciones como fuerza resistente, es al compensarse con la pendiente al 0.05 por cada grado de curvatura, haciendo que solo se usen curvaturas máximas de  $12^\circ$  para pendientes máximas de 2.5%. Así que el reglamento especifica que las curvaturas máximas serán de  $12^\circ$  para los ferrocarriles.

En la tabla número 2 se aprecia de una manera ilustrativa las características de curvatura a lo largo de las líneas de los Ferrocarriles Nacionales por división. Observándose que del total, el 98.9% tienen curvaturas que van de  $0^\circ$  a  $12^\circ$  y el 1.1% restante tiene curvaturas de más de  $12^\circ$  que por las mismas razones que las pendientes y por los rudimentarios procesos constructivos de finales del siglo pasado y principio de éste no se podían abatir las curvaturas, encontrando en nuestro sistema pequeños tramos con-



curvatura mayor de  $12^{\circ}$  A manera de ejemplo se citan algunos tramos con curvaturas mayores de  $12^{\circ}$

División Cárdenas

Distrito de Las Canoas

Tramo: De La Bomba a Tamasopo con curvatura máxima de  $14^{\circ} 30'$

División México

Distrito de Beristáin

Tramo: Ventoquipa a Beristáin con curvatura de  $13^{\circ}$

División Pacífico

Distrito de Salazar

Tramo: El Molinito a Moclovio Herrera curvatura máxima de  $13^{\circ}$

Tramo: Tultenango a El Oro, en el patio de Tultenango hay curvatura de  $17^{\circ}$

División Puebla

Distrito de Parícut

Tramo: Santa Catarina a Tomellín con curvaturas máximas de  $13^{\circ}$  y  $14^{\circ}$ . Como dato curioso, la curvatura más alta existente en los Ferrocarriles Nacionales se encuentra en esta división en el distrito de Taviche en el tramo de Taviche a La Cima y es de  $18^{\circ}$ .

Tabla 2

CLASIFICACION DE VIAS POR DIVISION Y POR GRADO DE CURVATURA EN VIA PRINCIPAL HASTA 1981

DIVISION	Tangente	Hasta de 2° 17'		De 2° 17' a 4°		De 4° a 6°		De 6° a 8°		De 8° a 10°		De 10° a 12°		De 12° a 14°		Mayores de 14°		TOTAL	
		%/ Total	(km)	%/ Total	(km)	%/ Total	(km)	%/ Total	(km)	%/ Total	(km)	%/ Total	(km)	%/ Total	(km)	%/ Total	(km)		
Cárdenas	566.3	71.4	144.0	18.2	27.9	3.5	16.7	2.1	12.5	1.6	8.7	1.1	7.8	1	4.8	0.6	4.3	0.5	793.0
Centro	1053.1	73.7	95.9	6.7	131.7	9.2	82.2	5.8	52.5	3.7	12.7	0.9	-	-	-	-	-	-	1428.1
Golfo	649.9	81.4	56.7	7.1	86.2	10.8	5.6	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	798.4
Guadalajara	655.0	70.7	116.7	12.6	61.4	8.8	64.4	7.0	8.4	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	925.9
Jalapa	247.6	63.4	34.7	8.9	27.3	7.0	22.2	5.7	29.7	7.6	13.3	3.4	15.6	4.0	-	-	-	-	390.3
Mexicano	391.1	78.8	54.6	11.0	21.8	4.4	8.9	1.8	6.0	1.2	7.9	1.6	6.0	1.2	-	-	-	-	496.3
México	290.0	72.1	39.4	9.8	31.8	7.9	23.7	5.9	9.2	2.3	4.8	1.2	1.7	0.4	0.8	0.2	0.8	0.2	402.2
Monclova	808.7	82.8	123.1	12.6	25.4	2.6	14.6	1.5	3.9	0.4	1.0	0.1	-	-	-	-	-	-	976.7
Monterrey	641.0	87.8	60.6	8.3	16.1	2.2	7.3	1.0	4.4	0.6	-	-	0.7	0.1	-	-	-	-	730.1
Pacífico	596.5	59.1	77.7	7.7	112.0	11.1	98.0	9.7	65.6	6.5	32.3	3.2	22.2	2.2	3.0	0.3	2.0	0.2	1009.3
Puebla	742.6	61.7	122.8	10.2	182.9	15.2	67.4	5.6	30.1	2.5	26.5	2.2	28.9	2.4	2.4	0.2	-	-	1203.6
Querétaro	424.5	40.0	145.4	13.7	107.2	10.1	143.3	13.5	133.7	12.6	46.7	4.4	60.5	5.7	-	-	-	-	1061.3
San Luis	619.9	69.6	236.0	26.5	31.2	3.5	2.7	0.3	0.9	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	890.7
Sureste N.T.	194.6	61.9	34.4	11.0	45.5	14.5	19.5	6.2	17.0	5.4	2.2	6.7	1.1	0.3	-	-	-	-	314.5
Sureste P.A.	396.9	83.9	47.8	10.1	26.3	5.5	2.2	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	473.2
Sureste VCL	426.3	71.4	70.4	11.8	74.6	12.5	16.7	2.8	4.8	0.8	4.2	0.7	-	-	-	-	-	-	597.0
Torreón	1410.7	86.4	124.1	7.6	58.8	3.6	22.8	1.4	13.1	0.8	3.3	0.2	-	-	-	-	-	-	1632.8
TOTALES:	10114.6	71.5	1584.3	11.2	1088.1	7.7	618.2	4.3	391.8	2.8	163.8	1.1	144.5	1.0	11.0	0.1	7.1	-	14123.4

## 2.2. Tráfico

Es el movimiento de bienes y personas entre puntos geográficamente distantes.

Específicamente el transporte ferroviario de carga se refiere al movimiento de bienes intermedios y finales entre los centros de producción y de consumo, sobre líneas y estaciones del sistema.

### 2.2.1. Análisis del Comportamiento General de Tráfico en los Últimos Años.

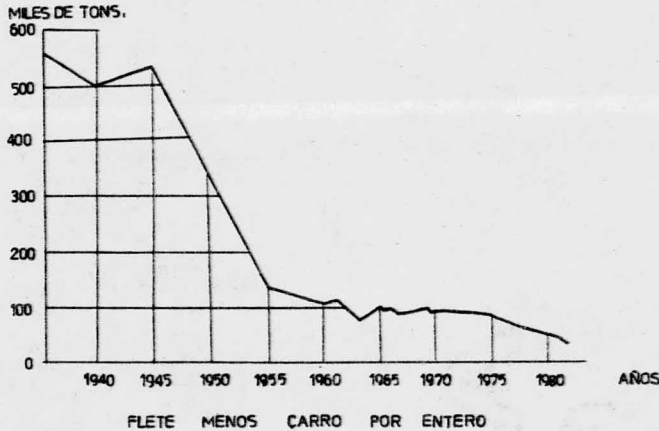
Los Ferrocarriles Nacionales de México, es una empresa de servicios públicos que proporciona transporte de mercancías y pasajeros, exclusivamente a través de trenes de carga y pasajeros respectivamente, también en sus otras modalidades mediante trenes unitarios, mixtos y servicio de express.

Los indicadores que muestran el volumen de carga transportada son: el número de carros documentados por entero, las toneladas que de éste son flete productivo y las toneladas-kilómetro de los mismos, entre estas cifras la última es la más significativa, ya que involucra simultáneamente, el peso de la carga y la distancia a la cual se le transporta.

Cabe mencionar, que respecto al servicio de menos carros por en

tero (M.C.E.), históricamente éste ha tenido un decremento en su transporte y afortunadamente tiende a desaparecer. Su ocupación promedio con respecto al tonelaje de carro cargado por entero, fue en 1972; del orden del 0.22% en 1981 el 0.07% del tonelaje total manejado por ferrocarril, por lo que en el presente trabajo no se le toma la mayor importancia.

A manera de ilustración, a continuación se presenta una gráfica del comportamiento histórico del flete de menos de carro por entero.



Para dar una idea más o menos clara de la evolución histórica del tráfico de carga, se mostrarán los datos de los Ferrocarriles Nacionales de México. (Ver tabla 3), de indicadores ferroviarios.

Tabla 3

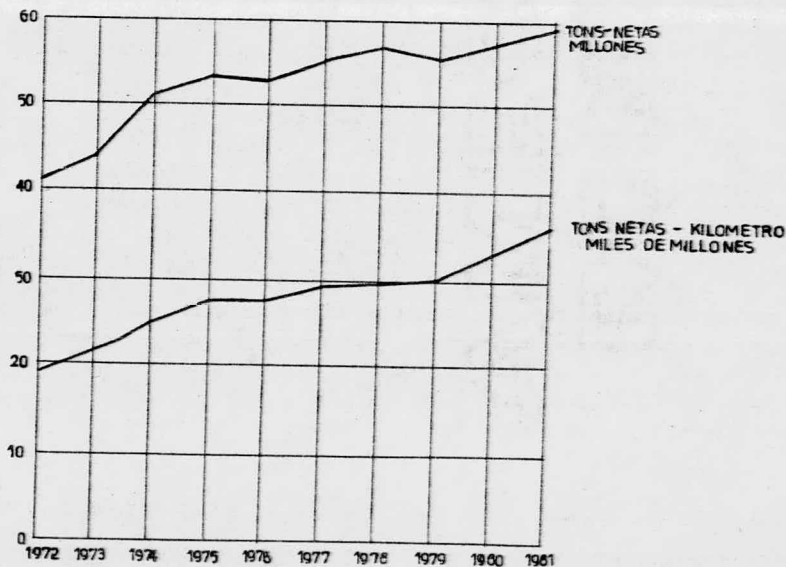
PRINCIPALES INDICADORES FERROVIARIOS DE LOS  
FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

<u>A ñ o</u>	<u>Toneladas Netas</u> <u>Miles</u>	<u>Toneladas-Kilómetro</u> <u>Millones</u>	<u>Número de</u> <u>Carros Cargados</u>
1972	41,835	19,411	915,232
1973	44,358	21,364	951,660
1974	51,700	25,457	1,085,038
1975	52,250	27,046	1,052,935
1976	51,322	26,839	1,016,583
1977	54,877	28,735	1,071,031
1978	56,225	29,639	1,125,449
1979	54,728	30,091	1,063,760
1980	55,113	33,402	1,047,873
1981	57,960	35,583	1,077,624

Como se observa en la tabla ( 5 ) el crecimiento medio anual - del tonelaje total manejado en los Ferrocarriles Nacionales en el - período 1972 a 1981 es del 3.1% habiendo algunos decrementos como - en los años de 1976 y 1979 en tanto que las toneladas-kilómetro - tuvieron una tasa mucho mayor, siendo ésta del orden del 6.1% - anual. Esto es debido a la distancia promedio recorrida de los - diferentes embarques. Asimismo, se aprecia que durante 1979 -

la carga neta tuvo una disminución del 2% promedio en la cantidad de toneladas transportadas, y el número de toneladas kilómetro registró un ligero aumento del 1.5%. Por otra parte, en el año de 1970 hubo un decremento en la carga del orden de 1.8%, disminuyendo también el ritmo ascendente, de las toneladas-kilómetro a una tasa del 0.7% por la recesión económica que soportó el país en esas fechas.

Para observar en forma adecuada lo antes expuesto, se muestra una gráfica comparativa en el comportamiento histórico del tonelaje neto y toneladas netas-kilómetro.



Gráfica comparativa del comportamiento de carga transportada

Es pertinente citar que la tendencia del transporte de carga en un país, muestra una gran semejanza con su desarrollo económico; también señala la importancia que tiene el ferrocarril -- en la economía de una nación, por ejemplo, en el año de 1976 como se mencionó, se aprecia una recesión en el tráfico como consecuencia de los problemas que tuvo que enfrentar el país - en ese tiempo, en 1979 se aprecia otra recesión que se compensó con el tráfico de recorridos largos que produjeron mayor cantidad de toneladas-kilómetro.

Respecto al número de carros cargados, estos han tenido que amoldarse a las necesidades de carga que ha requerido el sistema, por lo cual el número ha ido en aumento, creciendo a una tasa promedio del 1.4% anual, tomando en cuenta que también ha sufrido variaciones en el mismo lapso como consecuencia de las variaciones lógicas del tonelaje manejado.

De lo antes expuesto y en base a los parametros calculados se aprecia que el comportamiento del tráfico en los Ferrocarriles Nacionales ha tenido una tasa de crecimiento media anual del 3.1% en toneladas netas, del 6.1% en toneladas netas-kilómetro, del 1.4% en número de carros cargados (Ver tablas Nos. 4, 5 y 6 ).





Tabla 5

DETERMINACION DE LA TASA DE CRECIMIENTO POR REGRESION LINEAL											
TESIS PROFESIONAL											
AÑO	N	N <sup>2</sup>	MILLONES DE TON/AÑO D	D <sup>2</sup>	Ln D	Ln <sup>2</sup> D	ND	N Ln D	SERIE LINEAL CORREGIDA D'	SERIE EXP CORREGIDA D''	CÁLCULO DE LA TASA
									43.664	43.81	$VN^2 = B \cdot A^2 = 8.25$
1972	1	1	41.835	1750.167	3.734	13.943	41.835	3.734	45.405	45.17	$VN = 2.8723$
1973	2	4	44.358	1967.632	3.792	14.379	88.716	7.584	47.147	46.56	
1974	8	9	51.700	2672.89	3.945	15.563	155.100	11.835	48.888	48.01	$c = \frac{F-AC}{VN^2} = 1.5232$
1975	4	16	52.250	2730.062	3.956	15.650	209.000	15.824	50.629	49.50	
1976	5	25	51.322	2633.947	3.938	15.508	256.610	19.690	52.371	51.03	$m' = \frac{F'-AC'}{VN^2} = 0.0304$
1977	6	36	54.877	3011.485	4.005	16.040	329.262	24.030	54.111	52.62	
1978	7	49	56.225	3161.250	4.029	16.233	393.575	28.203	55.853	54.24	$b = c - am = 43.6644$
1979	8	64	54.782	3001.067	4.003	16.024	438.256	32.024	57.594	55.93	
1980	9	81	55.113	3037.443	4.009	16.072	496.017	36.081	59.336	57.66	$b' = c' - am' = 3.7798$
1981	10	100	57.960	3359.362	4.059	16.475	579.600	40.590	61.077	59.45	
											$D' = mN + b$
$\Sigma$	55	385	520.422	27325.307	39.47	155.877	2987.971	219.595			$D' = 1.7413N + 43.6645$
$\frac{1}{N} \Sigma$	5.5	38.5	52.042	2732.530	3.947	15.5877	298.7971	21.959			$Ln D'' = m'N + b' = 0.0304N + 3.7798$ $D'' = (e^{3.7798}) (e^{0.0304})^N$ $D'' = 43.807x(1.031)^N$ TASA = 3.1% $(VD)^2 = E - C^2 = 24.160$ $(VD')^2 = E' - (C')^2 = 0.008891$ $VD = 4.9153$ $VD' = 0.09429$ $r = (F-AC) / VN VD = 0.89006$ $r' = (F'-AC') / VN VD' = 0.9249$
IND.	A	B	C	E	C'	E'	F	F'			
NOTAS:											



## 2.2.2. Distribución de Tráfico por Líneas

### 2.2.2.1. Tonelaje Neto y Bruto Manejado en cada Dirección

Con objeto de tener una idea más o menos clara de la distribución del tráfico movido por los Ferrocarriles Nacionales de México, en lo que se refiere a toneladas netas y brutas por rumbo, se presenta un mapa esquemático que muestra los movimientos de carga --- efectuados durante el año de 1981. (Ver gráfica No.1).

Como se observa de la gráfica No.1, la mayor parte del flete transportado se encuentra predominantemente sobre las principales troncales y algunos ramales, mismas que también absorben una canti--dad representativa de toneladas transportadas. Además, se aprecia que del total de la densidad de tráfico, la mayor parte se maneja - rumbo a la zona central, teniendo relevancia la cantidad de flete -- movido hacia el Distrito Federal de los principales puertos fronteririzos y ciudades de importancia industrial en la República Mexicana.

Se hace la observación que en términos ferroviarios solo existen -- desde el punto de vista operativo dos sentidos para el movimiento - de trenes, siendo éstos: rumbo norte y rumbo sur. Ferroviariamente hablando, los tráficos rumbo al norte y rumbo al sur corresponden en la mayoría de los casos al norte y al sur geográficos; pero estos sentidos no siempre están referidos a la orientación geográfica dándose el caso de que los tráficos oriente y poniente corresponden -

a los rumbos ferroviarios norte y sur indistintamente, considerando el kilometraje creciente al norte y el decreciente al sur, salvo algunas excepciones.

A continuación se enuncian en orden de importancia las líneas que cuentan con mayor densidad de tráfico, tomando como base sus distritos de operación y en algunos casos tramos de éstos. Se asignó esta clasificación partiendo del porcentaje de densidad de tráfico movido en los distritos con respecto al tonelaje total que fluyó por todas líneas de los Ferrocarriles Nacionales de México.

LÍNEAS CON MAYOR PORCENTAJE PROMEDIO DE CARGA POR

DISTRITO

<u>DISTRITO</u>	<u>TRAMO</u>	Porcentaje de Carga movido con respecto al total manejado en el sistema. <u>Tonelaje Bruto Año de 1981</u>
<u>Línea "B"</u>	<u>México-Nuevo Laredo</u>	
Nacional	México-Huehuetoca	19.29
Huichapan	Huehuetoca-Viborillas	16.08
Pozo Blanco	Viborillas-S.Luis	14.26
Charcas	S.Luis-Vanegas	12.34
De la Ventura	Vanegas-Benjamín Méndez	10.99
Encantada	B.Méndez-Saltillo	12.69

<u>DISTRITO</u>	<u>T R A M O</u>	<u>Porcentaje de Carga mo- vido con respecto al total manejado en el sistema. Tonelaje Bruto 1981</u>
Rinconada	Saltillo-Monterrey	12.92
N. Laredo	Monterrey-N. Laredo	6.96
<u>Línea "A"</u>	<u>México-Cd. Juárez</u>	
Central	México-Huehuetoca	10.32
S. J. del Rio	Huehuetoca-La Griega	11.76
Querétaro	La Griega-Mariscala	15.06
Cortazar	Mariscala-Irapuato	14.68
León	Irapuato-Aguascalientes	9.06
Zacatecas	Aguascalientes-F. Pescador	9.02
Camacho	Felipe Pescador-Torreón	6.74
Escalón	Torreón-Jiménez	10.40
Bachimba	Jiménez-Chihuahua	6.58
Moctezuma	Chihuahua-Cd. Juárez	3.11
<u>Línea "I"</u>	<u>Irapuato-Manzanillo</u>	
La Barca	Irapuato-Guadalajara	14.18
Sayula	Guadalajara-Colima	8.59
Manzanillo	Colima-Manzanillo	5.25

<u>DISTRITO</u>	<u>T R A M O</u>	<u>Porcentaje de Carga mo- vido con respecto al total manejado en el sistema. Tonelaje Bruto 1981</u>
<u>Línea "V"</u>	<u>México-Veracruz</u>	
Tenayuca	México-Teotihuacan	7.56
Otumba	Teotihuacan-S. Lorenzo	4.69
Tacoac	S. Lorenzo-Oriental	8.04
Las Vigas	Oriental-Jalapa	9.81
Cardel	Jalapa-Veracruz	9.39
<u>S. M. Allende</u>	<u>Escobedo-P. Blanco</u>	
S. M. Allende	Escobedo-P. Blanco	8.41
	<u>R. Arizpe-Piedras Negras</u>	
General Coss	R. Arizpe-Cd. Frontera	8.65
Sabinas	Cd. Frontera-P. Negras	7.21
	<u>Gómez Palacio-Matamoros</u>	
San Pedro	Gómez Palacio-Hipólito	8.62
Paredón	Hipólito-Monterrey	8.56
Aldamas	Monterrey-Reynosa	4.43
Matamoros	Reynosa-Matamoros	4.43

<u>DISTRITO</u>	<u>T R A M O</u>	<u>Porcentaje de Carga mo- vido con respecto al total manejado en el sistema. Toneladas Brutas 1981</u>
<u>Línea "G"</u>	<u>Veracruz-Coatzacoalcos</u>	
Piedras Negras	Veracruz-T. Blanca	5.95
Papaloapan	T. Blanca-R. Clara	6.05
Achotal	R. Clara-M. Aguas	8.67
Coatzacoalcos	M. Aguas-Coatzacoalcos	5.38
	<u>Lechería-San Lorenzo</u>	
Honey	Lechería-San Agustín	5.61
Irolo	San Agustín-San Lorenzo	5.18
	<u>Teotihuacan-Tierra Blanca</u>	
Apizaco	Teotihuacan-Esperanza	3.80
Orizaba	Esperanza-Córdoba	4.78
Córdoba	Córdoba-T. Blanca	4.78

De lo anterior, se determinaron las líneas con mayor flujo de tráfico, representándose éste en el porcentaje del total promedio de la carga movida en los Nacionales de México.

A continuación y con apoyo en la gráfica No.1 se obtendrá el - - tonelaje neto y bruto por dirección en cada tramo de las líneas



FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO

SUBGERENCIA DE PLANEACION Y ORGANIZACION

OFICINA DE ESTADISTICA

DENSIDAD DEL TRAFICO DE CARGA COMERCIAL (TRENES DE CARGA Y MIXTOS). EXPRESADA EN MILLARES DE TONELADAS NETAS Y BRUTAS POR MES, DURANTE EL AÑO DE 1981

EL GROSOR DE LAS LINEAS SE REFIERE A TONELADAS BRUTAS QUE SE INDICAN EN CIFRAS ENTRE PARENTESIS

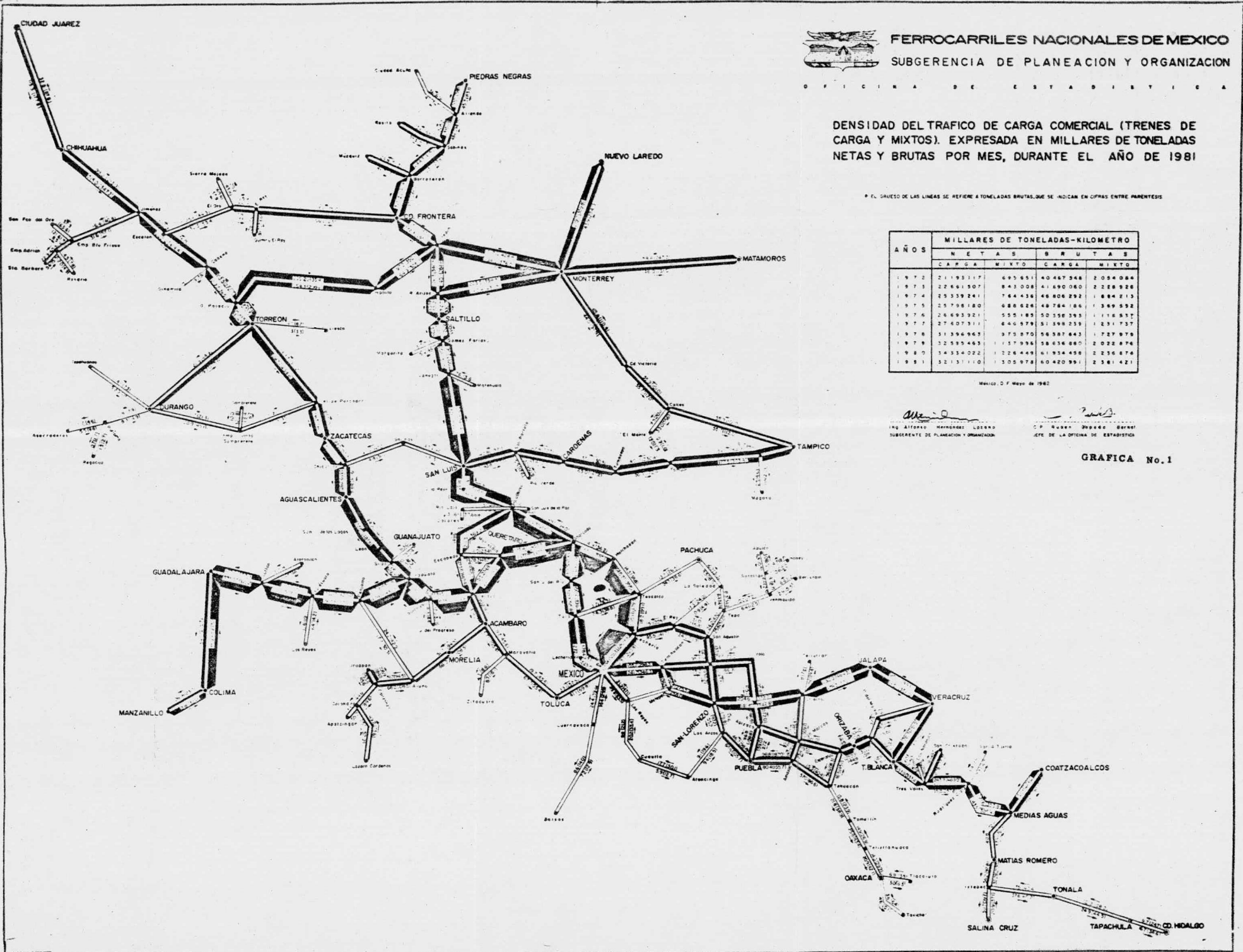
AÑOS	MILLARES DE TONELADAS-KILOMETRO			
	NETAS		BRUTAS	
	CARGA	MIXTO	CARGA	MIXTO
1972	21 193 117	695 851	40 467 348	2 054 084
1973	22 661 507	843 008	41 690 060	2 228 928
1974	25 339 241	764 436	46 806 292	1 884 213
1975	25 798 180	688 626	48 784 184	1 369 592
1976	26 693 921	555 185	50 558 393	1 116 537
1977	27 607 311	646 979	51 398 239	1 231 737
1978	31 394 963	375 870	56 587 643	1 729 979
1979	32 595 463	1 157 996	58 636 880	2 022 876
1980	34 334 022	1 226 449	61 934 458	2 236 874
1981	32 151 110	1 305 978	60 420 991	2 381 421

México, D.F. Mayo de 1982

ING. ALFONSO MARRASCO LOPEZ  
SUBGERENTE DE PLANEACION Y ORGANIZACION

C. P. RUBEN OSORIO BARRAL  
JEFE DE LA OFICINA DE ESTADISTICA

GRAFICA No. 1





ya que de este momento en adelante, se analizarán sólo las líneas más representativas en lo que se refiere a tráfico dentro de los -- Ferrocarriles Nacionales de México.

La siguiente clasificación está dada por orden de importancia en -- cuando a flujo de tonelaje en sus tramos:

<u>DISTRITO</u>	<u>TRAMO</u>	<u>A ñ o 1981</u>			
		<u>Toneladas Anuales en Millones</u>			
		<u>BRUTAS</u>	<u>NETAS</u>	<u>Al Norte</u>	<u>Al Sur</u>
<u>Línea "B"</u>	<u>México-N. Laredo</u>				
Nacional	México-Huehuetoca	2.80	16.85	1.30	8.47
Huichapan	Huehuetoca-Viborillas	0.69	14.65	0.18	7.54
P. Blanco	Viborillas-S. Luis	4.35	10.23	1.66	5.53
Charcas	S. Luis-Vanegas	5.44	7.18	2.42	4.50
De la Ventura	Vanegas-B. Méndez	5.16	6.08	2.38	3.09
Encantada	B. Méndez-Salttillo	4.82	8.17	2.45	4.55
Rinconada	Salttillo-Monterrey	6.88	6.33	2.76	3.67
N. Laredo	Monterrey-N. Laredo	2.80	4.31	0.52	2.63
<u>Línea "A"</u>	<u>México-Cd. Juárez</u>				
Central	México-Huehuetoca	2.88	16.85	1.24	8.47
S. J. del Rio	Huehuetoca-La G.	0.69	14.65	0.18	7.54
Querétaro	La Griga-Mariscalá	4.72	9.04	1.50	5.48
Cortazar	Mariscalá-Irapuato	4.72	13.17	2.19	7.20
León	Irapuato-Ags.	3.34	5.92	6.74	3.18

DISTRITO	T R A M O	A ñ o 1 9 8 1			
		Toneladas Anuales en Millones			
		BRUTAS		NETAS	
		Al Norte	Al Sur	Al Norte	Al Sur
Zacatecas	Ags. -F. Pescador	2.31	6.86	1.05	3.72
Camacho	F. Pescador-Torreón	1.68	5.21	0.83	3.44
Escalón	Torreón-Jiménez	4.32	6.31	1.93	3.46
Bachimba	Jiménez-Chihuahua	2.56	4.16	1.18	2.58
Moctezuma	Chihuahua-Cd. Juárez	1.05	2.13	0.39	1.38
<u>Línea "I"</u>	<u>Irapuato-Manzanillo</u>				
La Barca	Irapuato-Guadalajara	4.87	9.32	2.35	4.66
Sayula	Guadalajara-Colima	2.46	6.33	0.40	4.31
Manzanillo	Colima-Manzanillo	1.48	3.88	0.32	2.61
<u>Línea "V"</u>	<u>México-Veracruz</u>				
Tenayuca	México-Teotihuacan	4.15	3.57	2.90	1.86
Otumba	Teotihuacan-S. Lorenzo	2.31	2.49	1.32	1.40
Tecoac	S. Lorenzo-Oriental	4.16	4.07	2.17	2.45
Las Vigas	Oriental-Jalapa	4.46	5.57	2.13	3.38
Cardel	Jalapa-Veracruz	4.28	5.32	1.98	3.02
	<u>Escobedo-P. Blanco</u>				
S. M. Allende	Escobedo-P. Blanco	4.10	4.49	2.27	2.53
	<u>R. Arizpe-P. Negras</u>				
General Coss	R. Arizpe-Cd. Frontera	3.90	4.95	1.98	2.77
Sabinas	Cd. Frontera-P. Negras	2.10	5.27	1.09	2.93

<u>DISTRITO</u>	<u>T R A M O</u>	A ñ o 1 9 8 1			
		<u>Toneladas Anuales en Millones</u>			
		<u>BRUTAS</u>		<u>NETAS</u>	
		<u>Al Norte</u>	<u>Al Sur</u>	<u>Al Norte</u>	<u>Al Sur</u>
	<u>Gómez Palacio-Matamoros</u>				
Sn. Pedro	G. Palacio-Hipólito	3.59	5.22	1.85	2.46
Paredón	Hipólito-Monterrey	4.09	4.67	2.15	2.30
Aldamas	Monterrey-Reynosa	1.57	2.96	0.55	1.90
Matamoros	Reynosa-Matamoros	1.57	2.96	0.55	1.90
	<u>Línea "G"</u>				
	<u>Veracruz-Coatzacoalcos</u>				
P. Negras	Veracruz-T. Blanca	3.38	2.71	1.30	2.03
Papaloapan	T. Blanca-R. Clara	3.54	3.84	1.61	2.37
Achotal	R. Clara-M. Aguas	4.62	4.24	1.72	2.65
Coatzacoalcos	M. Aguas-Coatzacoalcos	2.22	3.29	1.13	1.81
	<u>Lechería-San Lorenzo</u>				
Honey	Lechería-S. Agustín	2.12	2.76	1.25	1.47
Irolo	Sn. Agustín-S. Lorenzo	2.37	2.92	1.39	1.65
	<u>Teotihuacan-T. Blanca</u>				
Apizaco	Teotihuacan-Esperanza	2.28	1.61	1.30	0.89
Orizaba	Esperanza-Córdoba	2.62	3.39	1.42	1.16
Córdoba	Córdoba-T. Blanca	3.62	3.39	1.42	1.16

#### 2.2.2.2. Número y Tipo de Trenes manejado Diariamente.

Como ya se dijo los Ferrocarriles Nacionales de México manejan bienes y personas en trenes de pasajeros, mixtos y de carga, -- siendo sus características las siguientes:

Los trenes de pasajeros como su nombre lo indica exclusivamente mueven pasaje, y se dividen a su vez en diurnos y nocturnos, teniendo éstos los siguientes servicios al público; Primera Especial, Primera numerada, Primera y Segunda Clase, Servicios Pullman, Alcoba y en algunas corridas de trenes servicio de comedor.

Los trenes mixtos transportan carga y pasaje al mismo tiempo y se caracterizan por ser trenes con un itinerario fijo al igual que los de pasajeros, pero sin el mismo confort que aquéllos, ya que éstos hacen paradas y movimiento de carga a lo largo de su recorrido; generalmente, corren en las rutas menos importantes o en ramales.

Los trenes de carga son los que conforman el grueso del movimiento en los Ferrocarriles Nacionales a lo largo de sus líneas y se dividen en trenes locales y extras y a su vez los trenes extras se dividen de acuerdo al servicio que realizan en directos, rápidos y unitarios.

Como un caso especial se menciona el Autovía que es un servicio en

el cual cada carro tiene tracción propia siendo autónomo y maneja únicamente pasajeros, pero tiene poca importancia ya que actualmente, solo existe este servicio entre Chihuahua y Cd. Juárez.

En la tabla que a continuación se presenta se anotan el número de trenes por tramo en las principales líneas.

DISTRITO	T R A M O	A Ñ O 1 9 8 1		
		Número de Trenes por Día		
		Pasajeros	Mixtos	Carga
Nacional	México-Huehuetoca	10	-	16
Huichapan	Huehuetoca-Viborillas	7	-	10
Pozo Blanco	Viborillas-S.Luis	6	-	8
Charcas	S.Luis-Vanegas	6	-	10
De L. Ventura	Vanegas-B.Méndez	6	-	10
Encantada	B.Méndez-Salttilo	6	-	10
Rinconada	Salttilo-Monterrey	8 <sup>(1)</sup>	-	14
N. Laredo	Monterrey-N. Laredo	2	-	8
Central	México-Huehuetoca	7	-	18
S. J. del Rio	Huehuetoca-La Griega	7	-	14
Querétaro	La Griega-Mariscal	10	-	12
Cortazar	Mariscal-Irapuato	8	2 <sup>(2)</sup>	14
León	Irapuato-Ags.	4	2 <sup>(3)</sup>	6
Zacatecas	Ags. -F. Pescador	4	-	8
Camacho	F. Pescador-Torreón	4	-	6
Escalón	Torreón-Jiménez	4 <sup>(4)</sup>	-	8

<u>DISTRITO</u>	<u>T R A M O</u>	<u>A Ñ O 1981</u>		
		<u>Número de Pasajeros</u>	<u>Trenes por Día</u>	<u>Mixtos Carga</u>
Bachimba	Jiménez-Chihuahua	2	-	6
Moctezuma	Chihuahua-Cd. Juárez	2	-	2
La Barca	Irapuato-Guadalajara	4	4 <sup>(5)</sup>	12
Sayula	Guadalajara-Colima	2	-	12
Manzanillo	Colima-Manzanillo	2	-	4
Tenayuca	México-Teotihuacan	10	-	10
Otumba	Teotihuacan-S. Lorenzo	8	2 <sup>(5)</sup>	5
Tecoac	S. Lorenzo-Oriental	2	-	8
Las Vigas	Oriental-Jalapa	2	-	12
Cardel	Jalapa-Veracruz	2	-	12
S. M. Allende	Escobedo-P. Blanco	2	-	6
General Coss	R. Arizpe-Cd. Frontera	2	-	8
Sabinas	Cd. Frontera-P. Negras	2	-	12
S. Pedro	Gómez Palacio-Hipólito	2	-	6
Paredón	Hipólito-Monterrey	2	-	8
Aldamas	Monterrey-Reynosa	2	-	8
Matamoros	Reynosa-Matamoros	2	-	8
P. Negras	Veracruz-T. Blanca	2	2	4
Papaloapan	T. Blanca-R. Clara	4	-	8

<u>DISTRITO</u>	<u>T R A M O</u>	<u>A Ñ O 1981</u>		
		<u>Número de Trenes por Día</u>		
		<u>Pasajeros</u>	<u>Mixtos</u>	<u>Carga</u>
Achotal	R. Clara-M. Aguas	4	-	8
Coatzacoalcos	M. Aguas-Coatzacoalcos	2	2	12
Honey	Lechería-S. Agustín	4	4 <sup>(7)</sup>	6
Irolo	S. Agustín-S. Lorenzo	-	2	4
Apizaco	Teotihuacan-Esperanza	8	-	6
Orizaba	Esperanza-Córdoba	8	2	14
Córdoba	Córdoba-T. Blanca	4	4	14

- (1) Incluye tren de pasajeros que va de Saltillo a Piedras Negras y que pasa por el tramo Saltillo-Ramos Arizpe.
- (2) Incluye tren mixto que va de Celaya a Guanajuato
- (3) Incluye tren mixto que va de Irapuato a Silao
- (4) Incluye tren de pasajeros que pasa por el tramo Torreón Gómez Palacios y que se dirige a Paredón
- (5) Incluye los trenes mixtos que van de Irapuato a Ajuno pa-sando por Pénjamo
- (6) Incluye mixtos que pasan por el Empalme Irolo-San Lorenzo
- (7) Incluye mixto de San Agustín a El Rey.

### 2.3. Metodología para el Análisis de Capacidad en Líneas Férreas.

#### Principios Básicos de Capacidad.

Con objeto de que durante el desarrollo del presente trabajo no se tengan dudas con respecto a la interpretación de algunos conceptos fundamentales, se establecen las siguientes definiciones:

Se define como tiempo de tránsito al tiempo que emplea un tren en recorrer las diferentes secciones de vía o tramos de la ruta, sin que se efectúen paradas. La velocidad determinada a partir del tiempo de tránsito se define como velocidad media de tránsito del tramo o sección que se considere en el cálculo.

El tiempo adicional al de tránsito requerido por un tren para efectuar un encuentro queda definido como tiempo de encuentros, y equivale a la diferencia entre el tiempo que se emplea para efectuar un encuentro a partir de la reducción de la velocidad y hasta que la velocidad de tránsito es recuperada por el tren que espera el encuentro, y el tiempo normal que se emplearía si no se efectuara el encuentro, es decir, a la velocidad de tránsito normal entre el punto de iniciación de la reducción y de recuperación de la velocidad de tránsito. Cuando un solo tren espera el encuentro efectuando parada en el escape y el otro pasa sobre la vía principal a su velocidad normal de tránsito, solamente se considera la mitad del tiempo de encuentro a cada tren.



### Consideraciones Teóricas.

La capacidad máxima en trenes por día de una vía sencilla de ferrocarril está expresada por la siguiente ecuación:

$$C_m = \frac{24 \times 60}{T + t} = \frac{1440}{T + t}$$

En la que:

$C_m$  = Capacidad máxima en trenes por día

$T$  = Tiempo de tránsito del tren más lento en el tramo de mayor tiempo de recorrido en minutos.

$t$  = Tiempo medio adicional al de tránsito para el encuentro en minutos

24 = Número de horas del día

60 = Número de minutos por día

La expresión anterior presupone desde luego, que los trenes son de tal longitud que caben en todos los laderos de operación.

La capacidad vehicular de una ruta dependerá del número de secciones de vía que pueden ser ocupadas simultáneamente, todas de menor tiempo de tránsito que el tramo gobernador-limitador de la capacidad, y está expresada en trenes hora por hora por día por:

$$C_v = 24 N$$

En la que:

$C_v$  = Capacidad vehicular en trenes hora por día.

$N$  = Número de tramos que pueden ser simultáneamente ocupados por trenes de la ruta estudiada.

24 = Número de horas del día

La expresión anterior indica que puede tenerse mayor o menor número de secciones útiles, si se tiene un número mínimo posible de tramos, todos de menor tiempo de tránsito que el tramo gobernador, el resultado será que sin verse afectada la capacidad de la vía en trenes por día, el número de encuentros será menor y por lo tanto el tiempo de horario de los trenes podrá ser menor, con el consecuente beneficio obtenido de tener menor número de laderos, menor utilización en caballos hora por tren, menor utilización en carros hora por tren y menor dificultad de control al tenerse un número menor de trenes transitando la ruta simultáneamente. Por el contrario, si se tiene un número de secciones de operación demasiado grande se requerirán más laderos, mayor tiempo de horario y más caballos hora y carros hora por tren, en adición a la mayor dificultad que significa el controlar un mayor número de trenes simultáneos en la ruta, que se traduce en un mayor costo de operación.

Lo anterior claramente nos está indicando que si bien ya tiene un tramo gobernador determinado para resolver una capacidad, no se gana nada con tener demasiados tramos útiles, sino que se deberá procurar que todos los tramos se aproximen en sus tiempos de tránsito al del tramo gobernador. De aquí la necesidad de definir un grupo de laderos para operación de la ruta que proteja una capacidad dada de la misma y que asegure su operación eficiente por un tiempo adecuado, antes de intentar otras soluciones.

Así pues, el número ideal de tramos al que debe atender será expresado por:

$$N = \frac{\text{Tiempo total de tránsito de la ruta entre puntos terminales}}{\text{Tiempo de tránsito de la sección gobernadora}^*}$$

Deberá procurarse no tener demasiados tramos adicionales a este número ideal, sino los estrictamente necesarios para programar trenes rápidos de otras clases o trenes demasiado lentos.

En la ecuación inicial:  $C_m = \frac{1444}{T + t}$  Al situar límites de variación para el tiempo T nos encontramos con que éste se puede considerar prácticamente constante para el tramo límite, ya que es un tiempo de tránsito efectivo correspondiente al tren más lento

\* La sección gobernadora de la capacidad es diferente de la sección de tonelaje arrastrado, la cual puede estar situada en lugar diferente.

que generalmente es el tren normal o dominante transitando el tramo y será suficiente para que otros trenes no lo sobrepasen. El otro tiempo  $t$ , calificado como tiempo adicional al de tránsito para encuentros, puede variar de muchas maneras. Las formas más significativas de variación de este tiempo las tendremos en la eficiencia del despacho y del personal de camino, en el número de trenes más rápidos o más lentos que se corran y en las facilidades de telecomunicaciones o señalización de que disponga.

Las tablas que a continuación se presentan muestran los tiempos requeridos para efectuar un encuentro en condiciones normales - en un sistema de despacho por órdenes de tren y operación normal de los cambios, en un sistema C. T. C. con laderos de longitud igual a los usados en el sistema de despacho y en un sistema de C. T. C. en condiciones de permitir encuentros a velocidad de tránsito normal. En los encuentros para sistema de órdenes, por ejemplo, la tabla asigna un tiempo mínimo para encuentros por tren de unos diez minutos. Sin embargo, este tiempo puede llegar a ser bastante mayor cuando se requiere proteger encuentros con trenes más rápidos o más lentos que los correspondientes al flujo dominante de tráfico, siendo las eficiencias que pueden llegar a obtenerse del orden de 60% a 80% en un sistema de despacho por órdenes, y de 70% a 80% en un sistema de C. T. C.

Tabla 7

CALCULO DE TIEMPOS REQUERIDOS PARA ENCUENTROS A VARIAS VELOCIDADES										
$a = \frac{1}{2} 0.1 \text{ m/seg}^2$ $LT = 1050 \text{ m}$ $LP = 125 \text{ m/CB}$										
Sistema de órdenes con operación manual de cambios.			Velocidad de Tránsito $V_0 = \text{Km/hr.} = \text{m/seg.}$							
			20 = 5.555		30 = 8.333		40 = 11.111		50 = 13.888	
Ind.	Concepto	Unid.	seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.
A	Tiempo de parada $V_f = V_0 + at; V_f = 0;$ $t = V_0/a *$	seg.	55.55		83.33		111.11		138.88	
B	Longitud de parada $L = V_0t + at^2/2;$ $a = V_0/t \quad L = V_0t/2$	m.		154.151		347.194		617.271		963.827
C	Tiempo asignado para mover el cambio de entrada. $t = 1' = 60''$	seg.	60.00		60.00		60.00		60.00	
D	Tiempo de aceleración a 12.5 Km/hr = 3.472 m/s $t = V_0/a = 3.472/0.1$	seg.	34.72		34.72		34.72		34.72	
E	Longitud de aceleración a 12.5 Km/hr $L_A = at^2/2 = 0.1x$ $34.72^2/2$	m.		60.274		60.274		60.274		60.274
F	Longitud recorrida a 12.5 Km/hr: $LP = LP + LT - 2LA$ $LP = 1050 + 125 -$ $120.548 =$	m.		1054.452		1054.452		1054.452		1054.452

Tabla 8

Ind.	Concepto	Unid.	20 = 5.555		30 = 8.333		40 = 11.111		50 = 13.688	
			seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.
G	Tiempo de recorrido a velocidad de 12.5 Km/hr. $t = L_R/V_R = 1054.452/3.472$	seg.	303.702		303.702		303.702		303.702	
H	Tiempo de parada en la otra punta $t = V_R/a$ $t = 3.472/0.1$	seg.	34.720		34.720		34.720		34.720	
J	Longitud de parada en la otra punta $L = V_R t^2/2 = 3.472 \times 34.72/2$	seg.		60.274		60.274		60.274		60.274
K	Tiempo de aceleración a 12.5 Km/hr; $t = V_R/a; t = 3.472/0.1$	seg.	34.72		34.72		34.72		34.72	
L	Longitud de aceleración a 12.5 Km/hr; $L_R = V_R t^2/2$ $L_R = 3.472 \times 34.720/2$	m.		60.274		60.274		60.274		60.274
M	Longitud transitando a 12.5 Km/hr; $L_R = L_T + L_p - 2L_A$ $L_p = 1050 + 125 - 120.548 =$	m.		1054.452		1054.452		1054.452		1054.452
N	Tiempo transitando a 12.5 Km/hr; $t = L_R/V_R$ $t = 1054.452/3.472$	seg.	303.702		303.702		303.702		303.702	

Tabla 9

Ind.	Concepto	Unid.	20 = 5.555		30 = 8.333		40 = 11.111		50 = 13.888	
			seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.
P	Tiempo de parada para ascenso del cambiador $t = V_R/a$	seg.	34.72		34.72		34.72		34.72	
Q	Longitud de parada para ascenso del cambiador $L = V_R t/2$	m.		60.274		60.274		60.274		60.274
R	Tiempo de parada en espera del cambiador $t' = 60''$	seg.	60.00		60.00		60.00		60.00	
S	Tiempo de aceleración a velocidad de tránsito $V_0; t = V_0/a$	seg.	55.55		83.33		111.11		138.88	
T	Longitud de aceleración a velocidad inicial $L = V_0 t/2$	m.		154.151		347.194		617.271		963.826
T O T A L E S :			(T <sub>T</sub> )	(L <sub>T</sub> )	(T <sub>T</sub> )	(L <sub>T</sub> )	(T <sub>T</sub> )	(L <sub>T</sub> )	(T <sub>T</sub> )	(L <sub>T</sub> )
			977.384	2658.302	1032.944	3044.382	1088.504	3584.542	1144.044	4277.652
V	Tiempo a velocidad $V_0$ sin paradas $t = L_T/V_0 =$	seg.	478.542		365.340		322.612		308.010	
X	Tiempo adicional requerido $t = T_T - V$	seg.	498.842		667.604		765.892		836.034	
Y	Tiempo adicional requerido en minutos $t = X/60$	min.	8.314		11.127		12.765		13.934	

Tabla 10

Ind.	Concepto	Unid.	20 = 5.555		30 = 8.333		40 = 11.111		50 = 13.898	
			seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.
Z	Tiempo mínimo de espera efectivo en el escape	min.	10.000		10.000		10.000		10.000	
A'	Tiempo mínimo posible para encuentro sistema de órdenes	min.	18.314		21.127		22.765		23.934	
B'	Tiempo adicional que toma el tren de paso en el encuentro	min.	0.00		0.00		0.00		0.00	
C'	Promedio minutos adicionales por tren $t = (A' + B')/2$	min.	9.157		10.564		11.381		11.967	
D'	Protección adicional del tiempo de encuentro	min.	0.843		0.436		0.619		1.033	
E'	Total a considerar como tiempo de encuentro normal/tren	min.	10.000		11.000		12.000		13.000	

En los casos de desaceleración "a" es negativa.

LT = Longitud de tren.  
 LP = Longitud de puntas.  
 CB = Cambio.



Tabla 11

CALCULO DE TIEMPOS REQUERIDOS PARA ENCUENTROS A VARIAS VELOCIDADES  
 CTC CON LADERO CORTO DE TRANSITO A VELOCIDAD REDUCIDA  $V_r = 3.472$  m/seg.

$a = \pm 0.1$  m/seg<sup>2</sup>  
 LT = 1050 m  
 LP = 125 m/CB

Ind.	Concepto	Unid.	Velocidad de Tránsito $V_o = \text{Km/hr.} = \text{m/seg.}$							
			20 = 5.555		30 = 8.333		40 = 11.111		50 = 13.888	
			seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.
A	Tiempo de reducción para entrar al lado-ro $t = (V_o - V_r)/a$	seg.	20.83		48.61		76.30		104.16	
B	Longitud de reducción $L = V_o t - 1/2 a t^2$	m.		94.02		286.96		557.00	904.10	
C	Longitud recorrida a 12.5 Km/hr = 3.472 m/seg. $L_R = 1050 + 175 - 60.274$	m.		1164.73		1164.73		1164.73	1164.73	
D	Tiempo de recorrido en el lado-ro $t = L_R/V_R = 1164.73/3.472$	seg.	335.46		335.46		335.46		335.46	
E	Tiempo de parada en el extremo del lado-ro $t = V_R/a$	seg.	34.72		34.72		34.72		34.72	
F	Longitud de parada hasta el extremo del lado-ro $L = V_R t/2$	m.		60.27		60.27		60.27	60.27	
G	Tiempo de aceleración a velocidad reducida $t = V_R/a = 3.472/0.1$	seg.	34.72		34.72		34.72		34.72	

Tabla 12

Ind.	Concepto	Unid.	20 = 5.555		30 = 8.333		40 = 11.111		50 = 13.888	
			seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.	seg.	m.
H	Longitud de aceleración a velocidad reducida $L = V_R t / 2$	m.		60.27		60.27		60.27		60.27
I	Longitud recorrida a velocidad reducida $L_R = 1050 + 175 - 60.27$	m.		1164.73		1164.73		1164.73		1164.73
J	Tiempo de recorrido a velocidad reducida $t = (V_0 - V_R) / a$	seg.	335.46		335.46		335.46		335.46	
K	Tiempo de recuperación a velocidad normal $t = (V_0 - V_R) / a$	seg.	20.83		48.61		76.39		104.16	
L	Longitud de recuperación $L = V_R t + 1/2 a t^2$	m.		94.02		286.96		557.00		904.10
M	Totales Tiempo Distancia	seg. m.	782.02	(LT) 2637.94	837.58	(LT) 2547.12	893.14	(LT) 2602.68	948.68	2658.22
N	Tiempo a velocidad $V_0$ sin parada $t = L_T / V_0$	seg.	474.88		305.67		234.24		191.40	
P	Tiempo adicional requerido $t = M - N$	seg.	307.14		531.91		658.09		757.28	
Q	Tiempo adicional requerido en minutos $t = Q / 60$	min.	5.12		8.87		10.97		12.62	

**Tabla 13**

Ind.	Concepto	Unid.	20 = 5.555	30 = 8.333	40 = 11.111	50 = 13.288
			m.	m.	m.	m.
R	Tiempo mínimo de espera parado en el escape	min.	0.00	0.00	0.00	0.00
S	Tiempo mínimo adicional para encuentros Sist. CTC-1	min.	5.12	8.87	10.97	12.62
T	Protección adicional del tiempo de encuentro	min.	2.88	1.13	1.03	1.38
U	Total a considerar como normal $t = S + T$	min.	8.00	10.00	12.00	14.00
V	Tiempo correspondiente a cada tren $t = U/2$	min.	4.00	5.00	6.00	7.00
CONSIDERACIONES CON ENCUENTROS A VELOCIDAD DE TRANSITO $V_0$ Y LADEROS ESPACIADOS REGULARMENTE EN TIEMPO (DENTRO DE 3 MINUTOS)						
A	Longitud del tren LT	m.	1050	1050	1050	1050
B	Protección en los 2 cambios 2 LP	m.	250	250	250	250
C	Longitud correspondiente a 2' de rec. $L = V_0 t$ (100')	m.	999.90	1499.94	1999.98	
D	Longitud de parada $L = V_0^2/2a$	m.	154.29	347.19	617.27	964.33
E	Longitud total resultante en el ladero	m.	aprox. 2460	3150	3920	4770
F	Tiempo tot. de tránsito	min.	4.23	4.20	4.3	4.43
G	Tiempo adic. de encuentro	min.	0.00	0.00	0.00	0.00

Con base en lo anterior definimos que los escapes en nuestra su-  
puesta ruta se encuentran distribuidos como se muestra en la si-  
guiente tabla, que también muestra las longitudes y los tiempos de  
tránsito de los trenes entre ellos, correspondientes a los tiempos  
de tránsito de las distintas secciones de ruta. Las longitudes de  
los escapes están en números de carros de 15 mts., y suponen -  
que un tren con ese número de carros cabe perfectamente en el -  
ladero correspondiente, incluyendo máquinas y cabús. (Tabla No.14).

Tabla 14

IND.	Escape	Km.	T. Tránsito Hr.	V. Tránsito Km./hr.	Capacidad laderos en carros	Long. lfmite del tren	Tiempo Entre Escapes		
							40 Carros	50 Carros	60 Carros
A	Terminal	-	Carga/Pas.	Carga/Pas.	Patio				
		30.0	0.6/0.40	50/75					
1	Estación 1				40		+ 0.60 0.15	0.90	
		12.0	0.3/0.20	40/60					
2	Estación 2				50		0.30		1.30
		16.0	0.4/0.27	40/60					
3	Estación 3				60		0.40	0.40	
		18.0	0.6/0.40	30/45		70			
4	Estación 4				40		0.60		
		20.0	0.5/0.33	40/60					
5	Estación 5				50		0.50	1.10 (+0.15)	1.50 (+0.15)
		20.0	0.4/0.27	50/75					
B	Terminal				Patio		0.40	0.40	
	Totales:	116.0	2.8/1.87	41.43/62.14			2.8*	2.8*	2.8*

\* Tiempo Total de Tránsito sin Paradas.

Si asumimos que una capacidad media razonablemente obtenida -- sea del 70% de la capacidad máxima para un sistema de órdenes de tren y de 80% para un sistema con C. T. C., tendremos las -- condiciones que a continuación se exponen en un ejemplo de aplicación.

— Ejemplo de Aplicación —

Supongamos que se tiene una vía sencilla de ferrocarril entre los puntos A y B. con un número definido de laderos que pueden ser usados exclusivamente como vías de operación, de la cual se debe determinar la mejor forma de aprovechamiento de la ruta para obtener la mayor capacidad en toneladas movidas en la misma con el menor número de trenes, que tenga como consecuencia el menor costo de operación obtenible.

Si la fuerza motriz disponible permite agrupamientos determinados por poder correr trenes de mayor longitud que la del escape más largo, sin violación de las condiciones limitativas que imponga la geometría de la ruta se deberá tomar en cuenta tal circunstancia para asignación de longitudes y sentidos de los trenes como mejor convenga, ya que se supone que mientras el tren que espera el encuentro debe entrar al escape y por lo tanto no debe de rebasar su longitud, el tren de paso puede tener una longitud bastante superior a la del escape.

Debe entenderse que adicionalmente al tiempo de tránsito de una sección de ruta, se considera el tiempo de espera de los trenes que pasan para el encuentro, el cual se reparte entre los dos trenes que transitan en sentidos opuestos para determinar el tiempo promedio. Este tiempo, para una forma eficiente de operación por órdenes de tren a velocidad baja se considera para el caso del ejemplo, de 9 minutos por cada tren en promedio, representándose en la tabla en notación decimal como: + 0.15 hrs.

El cálculo preciso de los tiempos adicionales requeridos para encuentros está ilustrado en las tablas ya comentadas que fijan los tiempos totales por tren para varias velocidades, incluyendo los adicionales para encuentro.

Con base en lo anterior, queda definido que los tiempos mayores requeridos para el tránsito de ciertos tramos son como sigue:

	<u>Trenes de 40 carros</u>	<u>Trenes de 50 carros</u>	<u>Trenes de 60 carros</u>
Tiempo máximo del tramo Hr.	0.60	1.10	1.50
Tiempo adicional por encuentro Hr.	0.15	0.15	0.15
Tiempo total Hr.	0.75	1.25	1.65

Lo anterior es en condiciones muy eficientes de despacho, es decir, supone un tiempo de espera efectivo de 9 minutos, durante los cuales el tren esperado pasa. Sin embargo, si cuando finaliza el tiempo normal de parada el tren esperado apenas ha ocupa-

do la sección y tránsito para realizar el encuentro en el escape próximo\*, entonces en el escape se prolongará en el tiempo de tránsito del tramo, como se muestra a continuación:

	Trenes de 40 Carros	Trenes de 50 Carros	Trenes de 60 Carros
- Tiempo tránsito	0.60	1.10	1.50
- Tiempo adicional por encuentro por tren -- (1/2 del tiempo de encuentro del tren -- que espera).	0.15	0.15	0.15
- Tiempo adicional del tránsito/tren (1/2 del tiempo de tránsito de la sección).	0.30	0.55	0.75
- Total tiempo por tren:	1.05	1.80	2.40
- Relación de tiempos - totales (condiciones - eficiente/condición--- menos eficiente).	71.4%	69.4%	68.7%

Promedio para los tres casos aproximadamente: 69.8%.

Como se observa entre mayor es el tiempo de tránsito del tramo gobernador, más bajará la relación obtenida por aumentarse el tiempo de espera del tren en el ladero, variando normalmente entre el 67%, para los tramos de tiempo de tránsito muy grandes -

---

\*Esto es muy común cuando se manejan trenes de clases diferentes como pasajeros y locales, es decir, los trenes lentos o rápidos en relación a la velocidad de los trenes dominantes aumentan la interferencia y reducen la capacidad de la vía.



en relación al tiempo de encuentro, y 80% para los casos de tiempo de recorrido del orden de los de encuentro. Se considera que 70% es un buen factor que cubre condiciones medias de eficiencia en el despacho.

El factor puede definirse para un cálculo más preciso como:

$F_1^* = (T + t) / (1.5 T + t)$ ;  $T/t = (1 - F_1) / (1.5 F_1)$ , con lo anterior, se obtiene un valor mínimo de F para la relación positiva de: 0.67. En la ecuación, T es el tiempo de tránsito y t es el tiempo adicional de encuentro.

Considerando lo anterior, la capacidad de la vía sencilla de ferrocarril la calcularemos de acuerdo a la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{0.694 \times 24 \times 60}{T + t} = \frac{1000}{T + t}$$

En donde:

$C_p$  = Capacidad potencial de la vía en trenes/día

0.694 = Factor de eficiencia (ajustado)

24 = Horas del día

60 = Minutos de cada hora

T = Tiempo promedio de tránsito para ambos sentidos:  
minutos

t = Tiempo adicional promedio para encuentro: minutos

---

$F^*$  = Factor de capacidad obtenible respecto de la máxima posible:

$C_p = F m.$

Para el ejemplo que nos ocupa se determinan las siguientes capacidades:

$C_p$ = Capacidad Potencial	Trenes de 40 Carros	Trenes de 50 Carros	Trenes de 60 Carros
Trenes/día	22	13	10
Trenes/día	15	9	7

$$C_p = 1.5 C_o = F_2 C_o$$

La capacidad de la vía debe ser solamente  $2/3$  de la capacidad potencial para que puedan ser absorbidos los picos de tráfico naturales o los que se tengan por acumulación cuando hay interrupción de ruta por trabajos en la misma, accidentes, falta de fuerza, etc. El factor  $F_2$  puede variar de acuerdo a las circunstancias, pero se recomienda que en ningún caso sea menor de 1.3 para disponer de facilidades de interrupción y desalojo eficiente.

#### Diagramas de Tráfico.

Como consecuencia del cálculo de una capacidad de tráfico para una vía, deberá siempre intentarse esquematizar en un diagrama la forma en que se distribuirán los trenes que pudieran correrse de --- acuerdo con el equipo y las características de los laderos seleccionados. En este diagrama deberán quedar resueltos los canales de tráfico correspondientes a las diferentes clases y velocidades de trenes, los cuales deben ser trazados para la capacidad potencial-

de la vía con objeto de que el tráfico real pueda ser acomodado como mejor convenga.

Los diagramas de tráfico ofrecen serias dificultades para su trazado, sobre todo cuando se intentan para el mayor número de trenes posible y para longitudes, velocidades y clases diferentes, por lo que convendrá enunciar determinadas reglas que seguramente ayudarán a hacer más sencillo el procedimiento.

- Determinar cuántos trenes de pasajeros se corren y cuántos se correrán en el futuro, para prever el número de canales suficientes en el esquema.
- Como cada tren de mayor velocidad en el esquema producirá seguramente un tren más lento que los correspondientes a la malla principal que se trace de acuerdo con el cálculo de capacidad, o encuentros con más de un tren en algunos laderos, deberá procurarse coordinarse los trenes locales con los trenes de pasajeros diurnos, para que áquellos también resulten de salida diurna que es un requerimiento contractual.
- Como la capacidad calculada es un número posible de trenes que pueden correrse y equivale más o menos al 70% de la capacidad máxima, deberá escogerse para el trazado del diagrama de tráfico un número comprendido entre el 70% y el máximo, lo más próximo posible a 70%, que asegure el trazado de una-

mallas cíclicas durante el día, es decir, los trenes que se interrumpen durante la hora 24 deberán continuar a partir de la hora cero, coincidiendo con los del día anterior. Esto permitirá el establecimiento de horarios por día, iguales para todos los días.

- La malla principal que se trace de acuerdo con la capacidad potencial que se obtenga de la fórmula, permitirá siempre la distribución de los diferentes tiempos de espera para configurar trenes locales, los cuales requieren tiempos de trabajo en todas las estaciones. Asimismo, permitirá el trazado de trenes más rápidos.
- Si se considera que el número de canales de tráfico es invariable, cada tren rápido suprimirá secciones de canales diferentes de la malla principal, pero las secciones útiles siempre podrán ser unidas para que se generen los trenes lentos y no se suprima más de un canal por tren. De no suprimirse canales al aumentar trenes a la malla, siempre se tendrán problemas de encuentro con más de un tren en algunos laderos, teniéndose que recurrir a soluciones especiales en éstos si no se quieren suprimir los canales que corresponda.

### 2.3.1. Tiempo de Recorrido de los Trenes

El tiempo de recorrido es el tiempo promedio que necesita un tren para trasladarse de un punto a otro.

A continuación se anotan los tiempos de recorrido por tramo de los diferentes tipos de trenes que se manejan en las líneas por analizar.

<u>DISTRITO</u>	<u>TRAMO</u>	Tiempo de recorrido de trenes*		
		en Horas		
		<u>Pasajeros</u>	<u>Mixtos</u>	<u>Carga</u>
Nacional	Méx-Huehuetoca	0.87	-	3.51
Huichapan	Huehuetoca-Viborillas	4.34	-	5.49
P. Blanco	Viborillas-S. Luis	3.20	-	9.46
Charcas	S. L. P. -Vanegas	3.34	-	6.87
D'la Ventura	Vanegas-B. Méndez	2.35	-	5.53
Encantada	B. Méndez-Salttillo	0.96	-	1.59
Rinconada	Salttillo-Monterrey	2.48	-	4.69
N. Laredo	Monterrey-N. Laredo	4.82	-	8.76
Central	Méx-Huehuetoca	0.72	-	3.31
S. J. del Río	Huehuetoca-La Griega	4.10	-	12.53
Querétaro	La Griega-Mariscalá	0.69	-	4.31
Cortazar	Mariscalá-Irapuato	1.74	0.74 <sup>(1)</sup>	6.29
León	Irapuato-Ags.	4.90	0.58 <sup>(2)</sup>	8.77

<u>DISTRITO</u>	<u>TRAMO</u>	Tiempo de recorrido de trenes* en Horas		
		<u>Pasajeros</u>	<u>Mixtos</u>	<u>Carga</u>
Zacatecas	Ags-F.Pescador	4.66	-	8.17
Camacho	F.Pescador-Torreón	5.50	-	11.40
Escalón	Torreón-Jiménez	3.71	-	9.04
Bachimba	Jiménez-Chihuahua	3.98	-	8.59
Moctezuma	Chihuahua-C.Juárez	5.00	-	11.50
La Barca	Irapuato-Guadalajara	4.49	6.53	9.76
Sayula	Guadalajara-Colima	5.77	-	10.98
Manzanillo	Colima-Manzanillo	2.10	-	4.26
Tenayuca	México-Teotihuacan	0.92	0.34 <sup>(3)</sup>	3.13
Otumba	Teotihuacan-S.Lorenzo	1.04	1.39	8.54
Tecoac	S.Lorenzo-Oriental	2.11	-	8.19
Las Vigas	Oriental-Jalapa	3.13	-	2.56
Cardel	Jalapa-Veracruz	3.91	-	6.49
S.M.Allende	Escobedo-P.Blanco	1.15	-	3.40
General Coss	R.Arizpe-Cd.Frontera	4.79	-	8.23
Sabinas	C.Frontera-P.Negras	4.15	-	6.54
Aldamas	Monterrey-Reynosa	4.36	-	8.45
Matamoros	Reynosa-Matamoros	1.90	-	3.00

<u>DISTRITO</u>	<u>TRAMO</u>	<u>Tiempo de recorrido de trenes*</u> <u>en Horas</u>		
		<u>Pasajeros</u>	<u>Mixtos</u>	<u>Carga</u>
P. Negras	Veracruz-T. Blanca	2.54	2.79	6.29
Papaloapan	T. Blanca-R. Clara	3.05	-	7.90
Achotal	R. Clara-M. Aguas	1.54	-	4.02
Coatzacoalcos	M. Aguas-Coatzacoalcos	2.62	3.06	4.65
Honey	Lechería-S. Agustín	1.24	0.95 <sup>(4)</sup>	6.81
Iro lo	S. Agustín-S. Lorenzo	-	1.08	3.42
Apizaco	Teotihuacan-Esperanza	3.60	-	14.30
Orizaba	Esperanza-Córdoba	2.68	-	4.80
Córdoba	Córdoba-T. Blanca	2.11	3.05	5.78

- (1) Tiempo medio del tren mixto que pasa entre Irapuato y Celaya
- (2) Tiempo medio del tren mixto que pasa entre Irapuato y Silao
- (3) Este tiempo medio es del mixto que ocupa solo la conexión Empalme División Puebla-Emp. División Mexicano.
- (4) Tiempo medio del tren mixto solo hasta Empalme El Rey

\* Datos obtenidos de Informe ET-1 Estadística de los FF. CC. N. de M. Año 1981.

2.3.2. Tonelaje y Composición de los Trenes\*

DISTRITO	TRAMO	R U M B O					
		N o r t e			S u r		
		Tonelaje Bruto	Carros		Tonelaje Bruto	Carros	
		Cargados	Vacíos		Cargados	Vacíos	
<u>Línea "B"</u>							
Nacional	México-Huehuetoca	633	3	18	2,879	36	2
Huichapan	Huehuetoca-Viborillas	1,084	11	32	5,788	75	10
P. Blanco	Viborillas-S. Luis	2,096	26	46	4,825	63	3
Charcas	S. Luis P. -Vanegas	2,204	33	39	4,996	73	4
D'la Venta	Vanegas-B. Méndez	3,201	34	40	2,940	66	4
Encantada	Saltillo-Monterrey	2,584	24	37	2,535	50	3
<u>Línea "A"</u>							
Central	México-Huehuetoca	1,407	13	29	3,082	44	2
S. J. del Rio	Huehuetoca-La Griega	1,960	19	38	3,128	45	2
Querétaro	La Griega-Mariscala	2,236	19	44	3,953	55	3
Cortazar	Mariscala-Irapuato	1,918	19	33	4,201	60	4
León	Irapuato-Aguascalientes	3,131	31	48	2,494	37	9



		R U M B O					
		N o r t e			S u r		
DISTRITO	TRAMO	Tonelaje	Carros		Tonelaje	Carros	
		Bruto	Cargados	Vacios	Bruto	Cargados	Vacios
<u>Línea "A"</u>							
Zacatecas	Ags. -F. Pescador	3,126	31	48	4,122	49	12
Camacho	F. Pesca r-Torreón	1,905	13	44	4,097	56	14
Escalón	Torreón-Jiménez	3,138	27	52	4,517	55	16
Bachimba	Jiménez-Chihuahua	2,398	23	38	3,513	45	13
Moctezuma	Chihuahua-C. Juárez	1,755	12	44	3,536	47	3
<u>Línea "I"</u>							
La Barca	Irapuato-Guadalajara	2,807	33	37	3,829	46	11
Sayula	Guadalajara-Colima	3,127	36	2	1,537	6	46
Manzanillo	Colima-Manzanillo	3,841	48	2	1,868	7	48
<u>Línea "V"</u>							
Tenayuca	México-Teotihuacan	1,783	23	10	1,248	17	4
Otumba	Teotihuacan-S. Lorenzo	3,486	43	28	3,064	43	27
Tecoac	S. Lorenzo-Oriental	3,602	49	15	3,226	39	27

		R U M B O					
DISTRITO	TRAMO	N o r t e			S u r		
		Tonelaje Bruto	Carros		Tonelaje Bruto	Carros	
			Cargados	Vacios		Cargados	Vacios
<u>Línea "V"</u>							
Las Vigas	Oriental-Jalapa	2,717	36	7	2,152	20	27
Cardel	Jalapa-Veracruz	2,795	37	7	2,013	18	25
<u>Escobedo-P. Blanco</u>							
S. M. Allende	Escobedo-P. Blanco	4,331	49	30	4,500	54	9
<u>R. Arizpe-P. Negras</u>							
Gral. Coss	R. Arizpe-C. Frontera	2,795	25	32	3,032	46	9
Sabinas	C. Frontera-P. Negras	1,684	11	38	2,683	37	4
<u>G. Palacio-Matamoros</u>							
San Pedro	G. Palacio-Hipólito	3,177	34	25	4,102	48	26
Paredón	Hipólito-Monterrey	2,165	25	23	2,793	32	16
Aldamas	Monterrey-Reynosa	1,448	12	22	1,827	24	3
Matamoros	Reynosa-Matamoros	1,448	12	22	1,827	24	3
<u>Línea "G"</u>							
<u>Veracruz-Coatzacoalcos</u>							
P. Negras	Veracruz-T. Blanca	3,833	45	10	3,095	34	23
Papaloapan	T. Blanca-R. Clara	2,596	40	7	2,571	35	31

		R U M B O					
		N o r t e			S u r		
DISTRITO	T R A M O	Tonelaje	C a r r o s		Tonelaje	C a r r o s	
		Bruto	Cargados	Vacíos	Bruto	Cargados	Vacíos
Achotal	R. Clara-M. Aguas	2,739	35	5	3,554	39	26
Coatzacoalcos	M. Aguas-Coatzacoalcos	921	11	8	1,250	14	5
		<u>Lechería-S. Lorenzo</u>					
Honey	Lechería-S. Agustín	1,395	19	4	2,336	26	13
Irolo	S. Agustín-S. Lorenzo	2,162	29	6	3,567	36	17
		<u>Teotihuacan-T. Blanca</u>					
Apizaco	Teotihuacan-Esperanza	2,228	31	10	1,688	21	9
		<u>Esperanza-T. Blanca</u>					
Orizaba	Esperanza-Córdoba	1,379	18	2	975	11	11
Córdoba	Córdoba-T. Blanca	1,355	17	3	632	4	9

\* Informe ET-1 Ferrocarriles Nacionales de México. Año 1981.

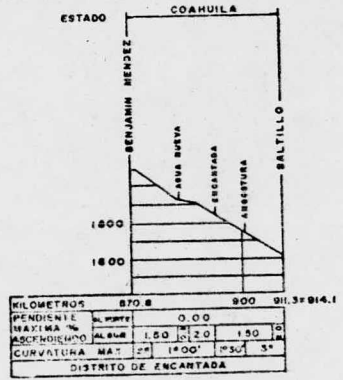
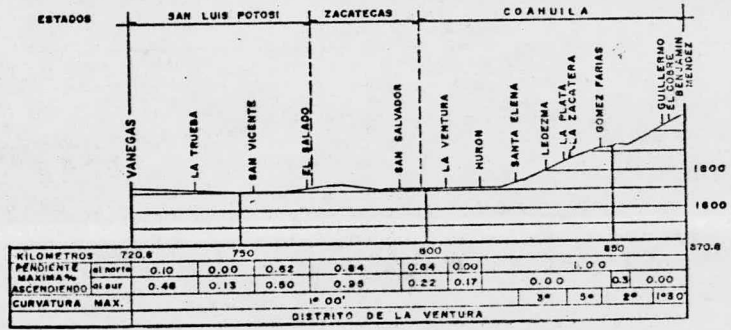
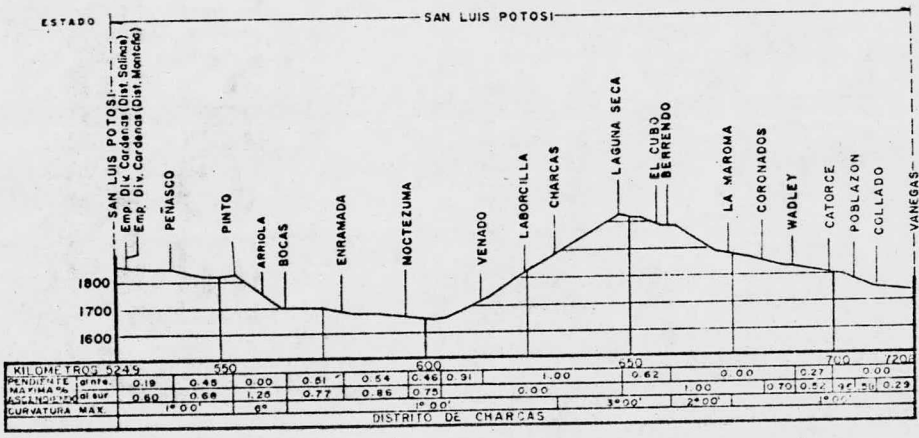
2.3.3. Características de pendiente y curvatura de cada línea por analizar así como número y capacidad de los laderos existentes.

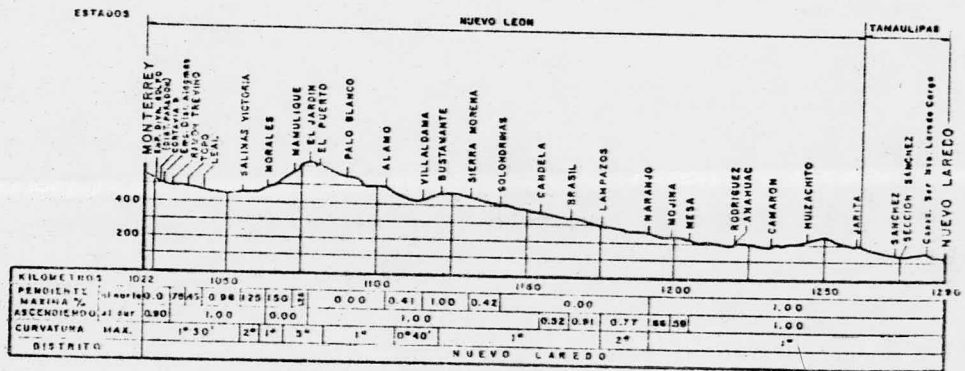
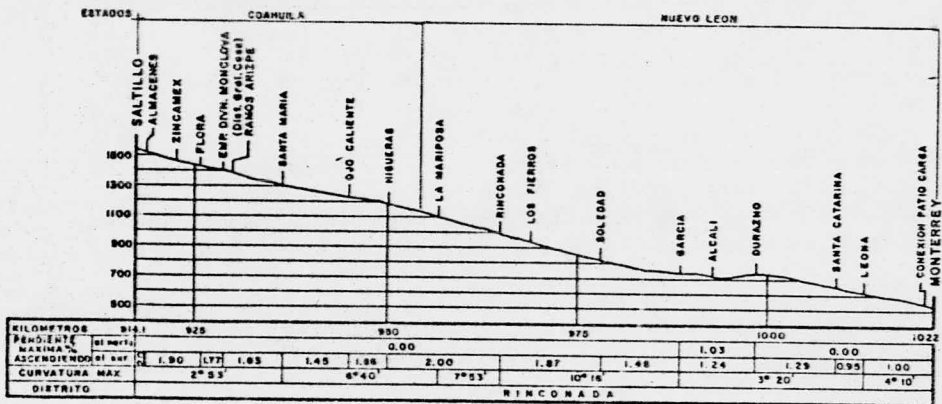
El conocimiento de las características geométricas de una línea, - da idea de la capacidad que tiene ésta para soportar incrementos - de velocidad, de los trenes que la transitan, y determina la pro-- yección de mejoras que la harán más operable.

Teniendo como base lo anterior, a continuación y de manera esque\_ mática se muestran las características físicas de cada uno de los - distritos, de las líneas analizadas, por medio de sus perfiles, espe\_ cificándose en cada uno de éstos, las pendientes y curvaturas máxi\_ mas por rumbo. Asimismo, también se anexa una tabla que indica el número y capacidad física de los laderos por distrito con que - se cuenta actualmente. (Tabla No.15).

LINEA "B" TRAMO MEXICO-NUEVO LAREDO

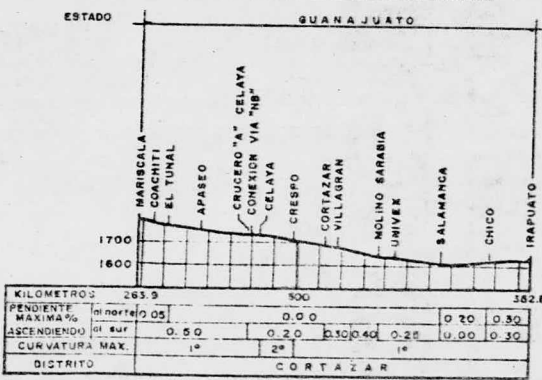
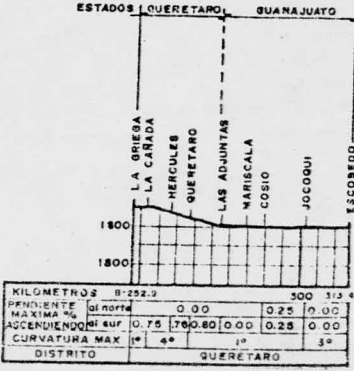
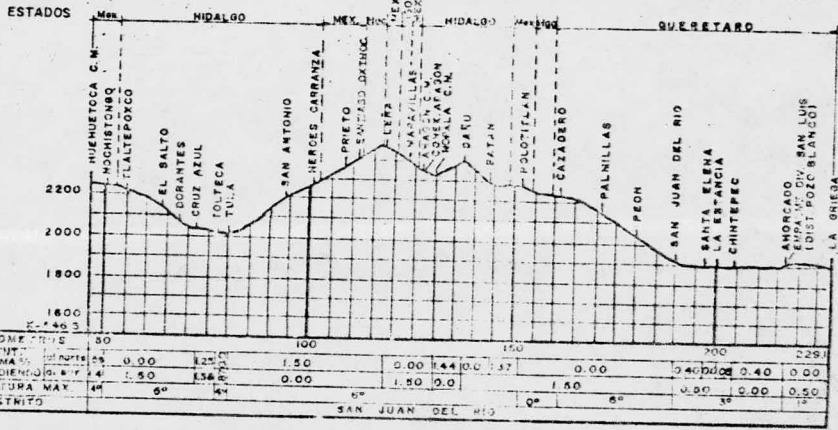
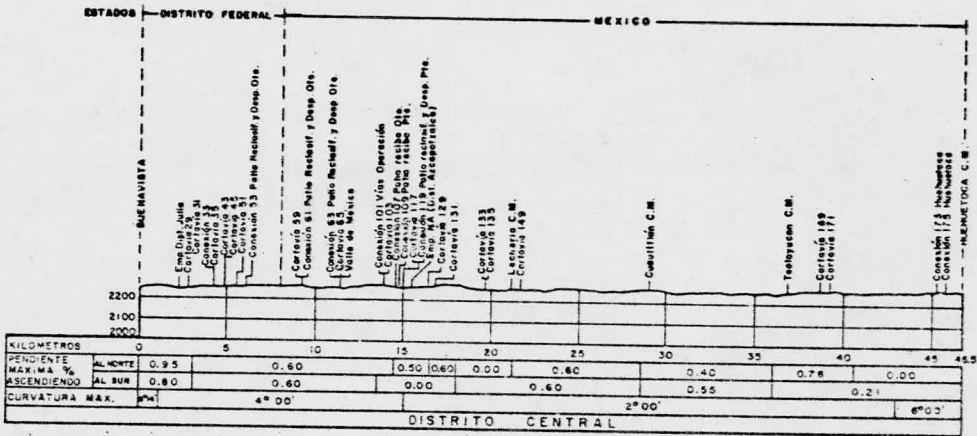


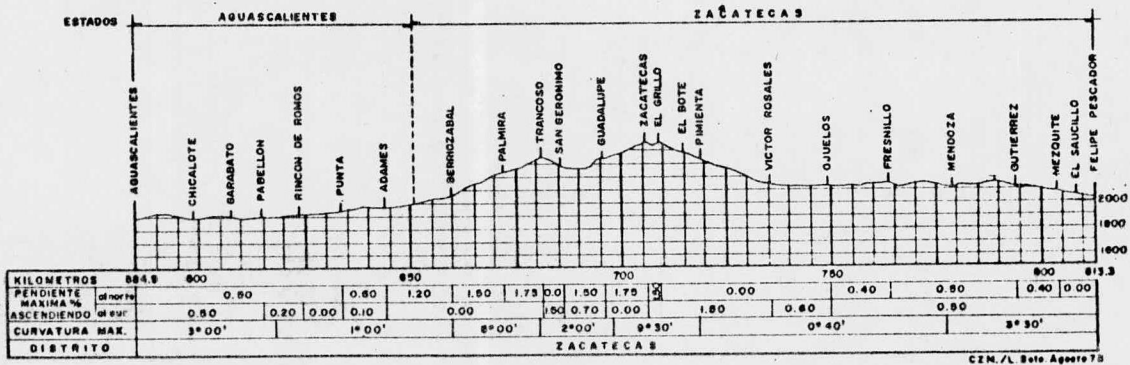
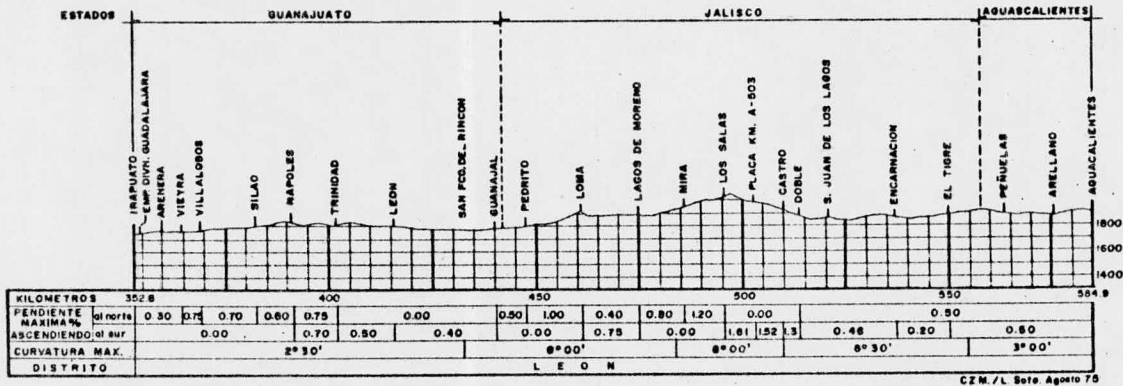


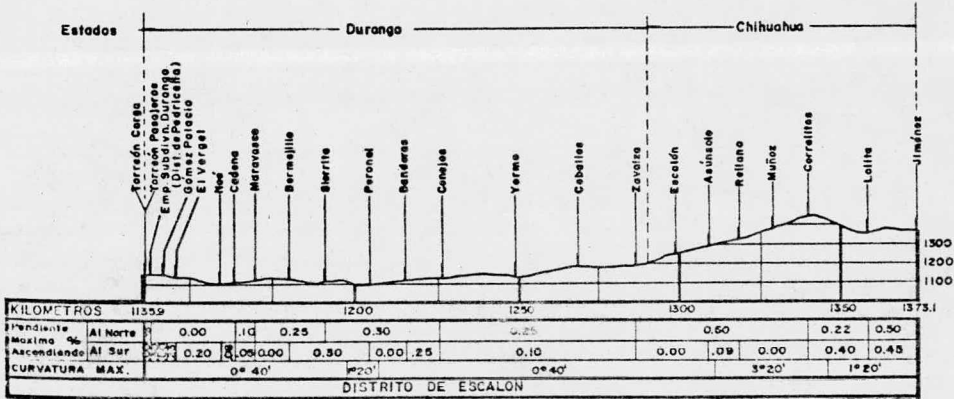
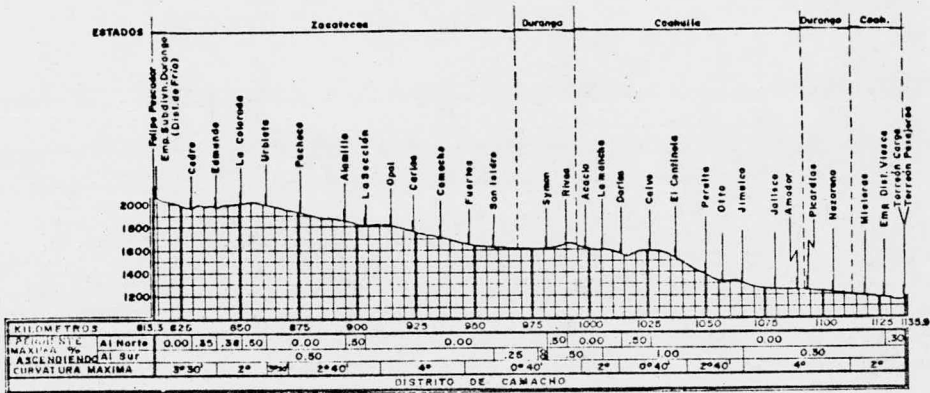


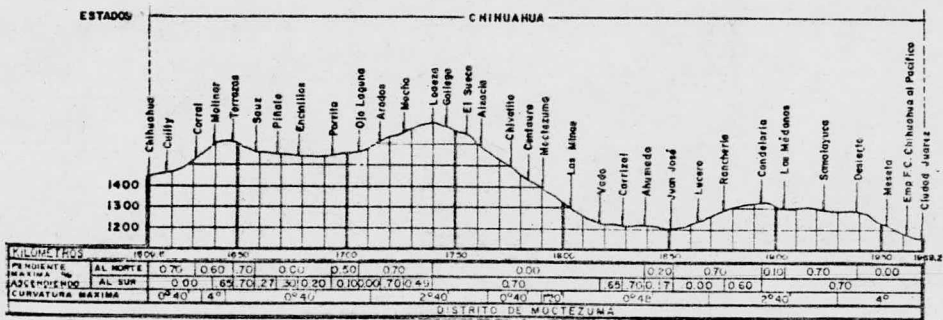
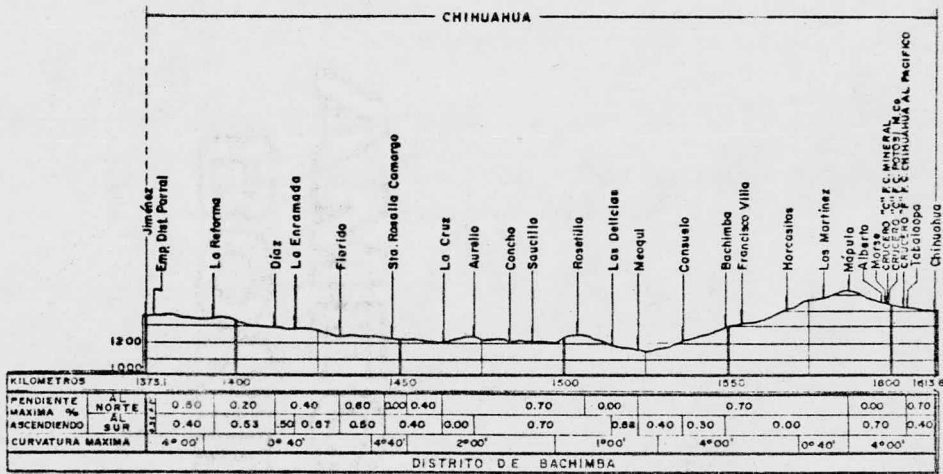


LINEA "A" TRAMO MEXICO- CD. JUAREZ

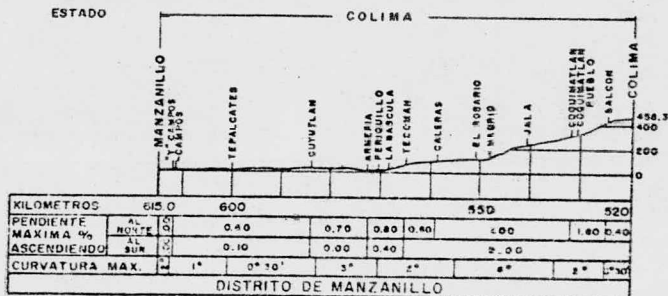
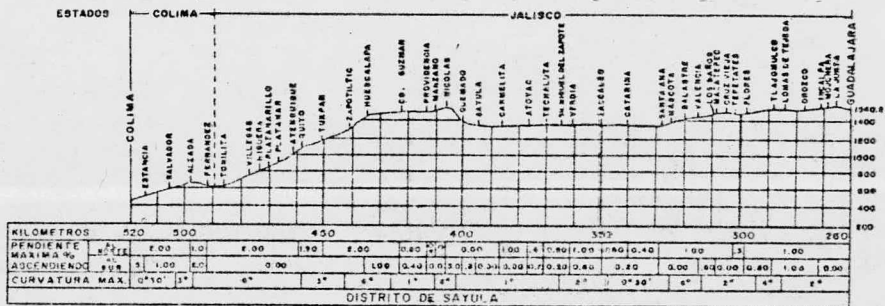
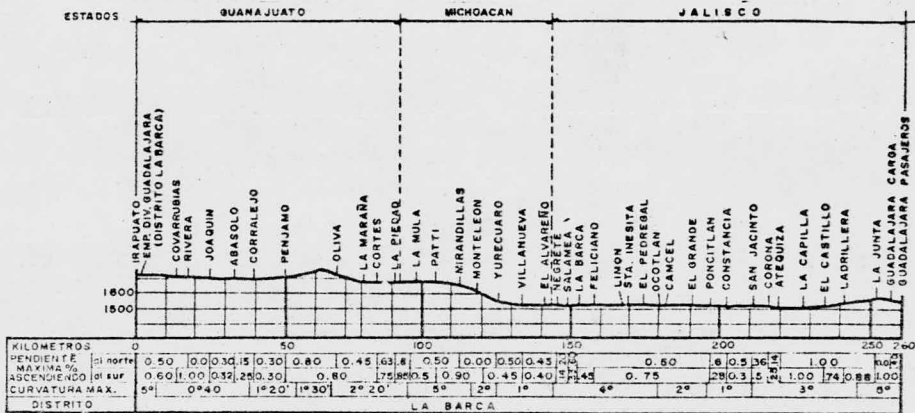






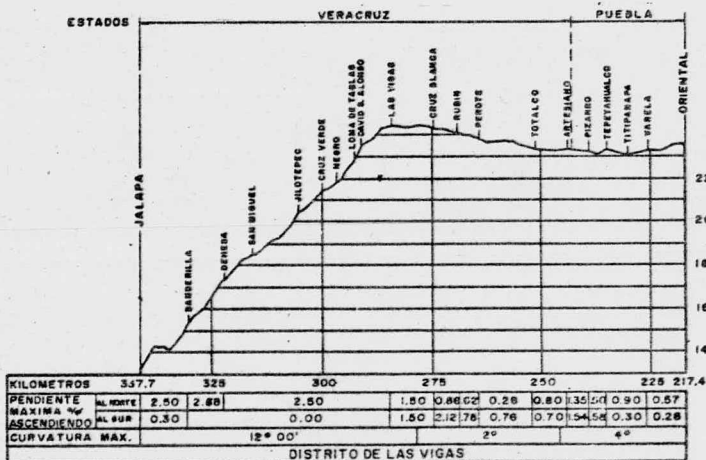
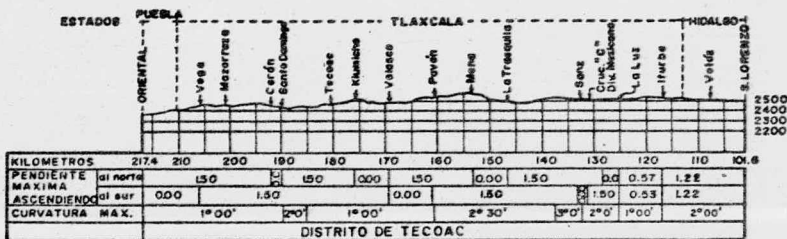
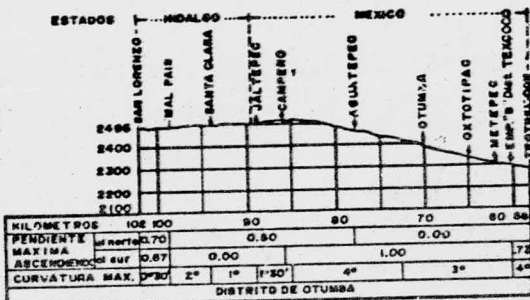
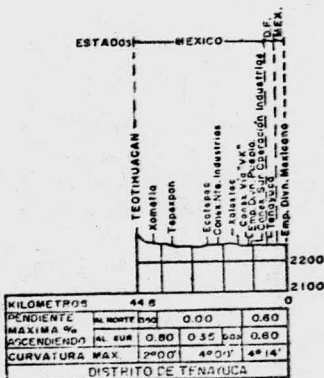


LINEA "I" TRAMO IRAPUATO - MANZANILLO

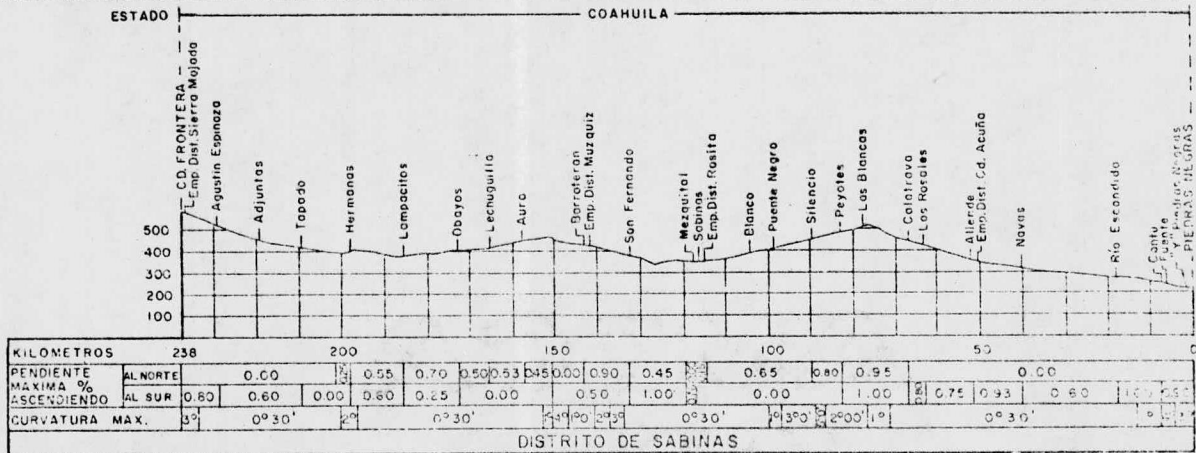
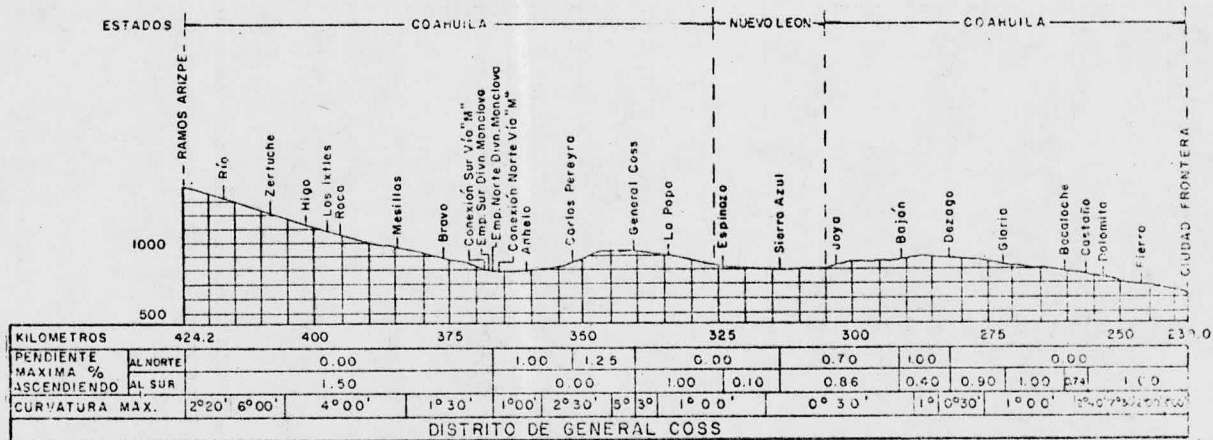


LINEA "V" TRAMO MEXICO - VERACRUZ

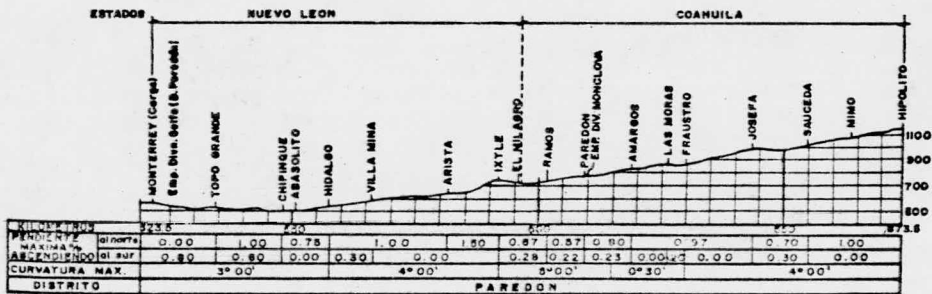
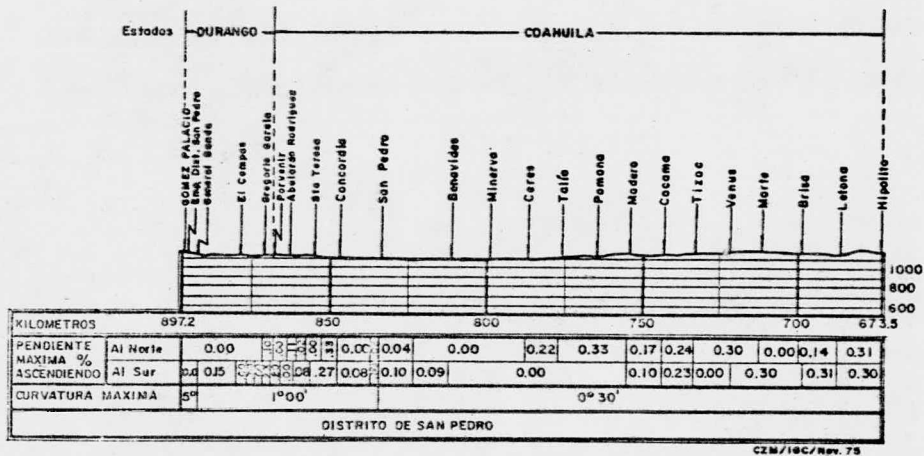




LINEA " R " TRAMO RAMOS ARIZPE - PIEDRAS NEGRAS



LINEA "M" "B" "F" TRAMO GOMEZ PALACIO-MATAMOROS





LINEA "G" TRAMO VERACRUZ - MEDIAS AGUAS



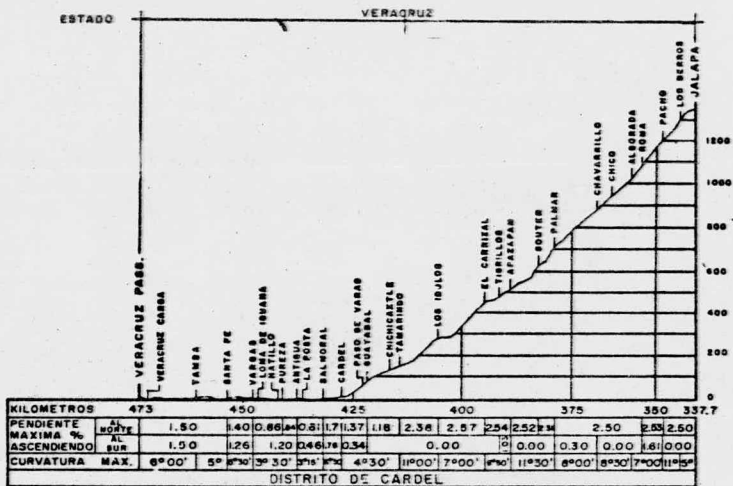


LINEA "H" TRAMO LECHERIA - SAN LORENZO

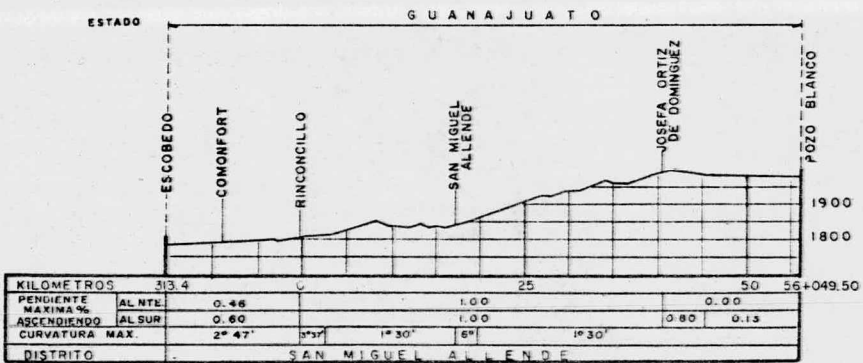


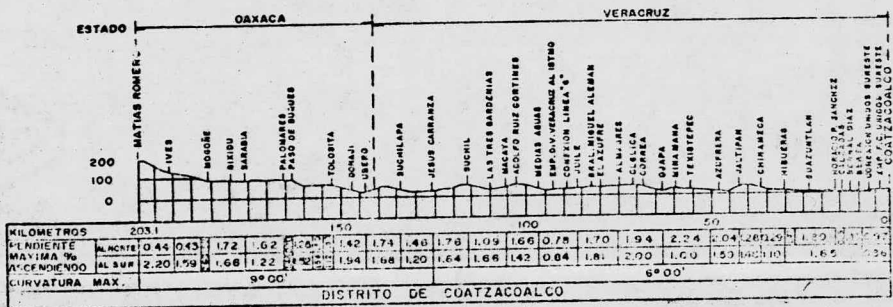
LINEA "S" TRAMO TEOTIHUACAN - VERACRUZ



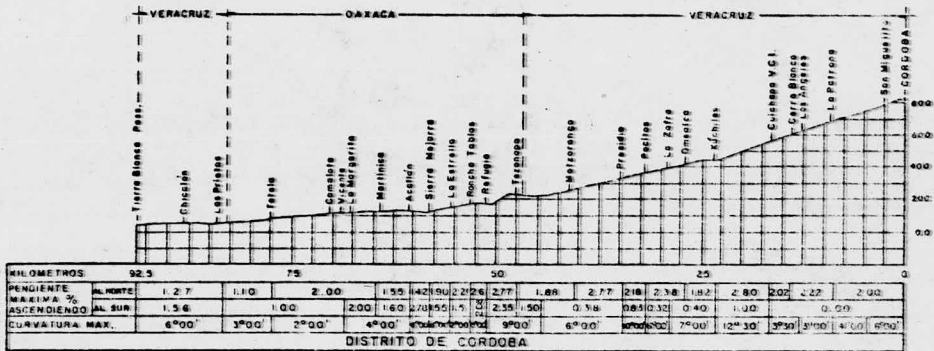


LINEA "B" TRAMO ESCOBEDO - POZO BLANCO





LINEA "Z" MEDIAS AGUAS - COATZACOALCOS



**LINEA " G " CORDOBA - TIERRA BLANCA**

NUMERO Y CAPACIDAD FISICA ACTUAL DE LADEROS

LINEA Y DISTRITO	NUMERO DE LADEROS (CAPACIDAD EN CARROS)*					Total de Laderos	
	De 1 a 30	De 31 a 45	De 40 a 60	De 61 a 75	De 76 a 90		Más de 90
<u>LINEA "B"</u>							
Nacional		3				1	4 **
Huichapan		13	2	1		6	22 **
Pozo Blanco		1				13	14
Charcas		3				11	14
La Ventura		1	1			1	11
Encantada						8	5
Rinconada		5				8	13
Nuevo Laredo		15		1		9	25
<u>LINEA "A"</u>							
Central		3				1	4 **
San Juan del Rio	1	7	6	2		5	21 **
Querétaro		1	5	2		2	9
Cortazar			4			6	11
León	3	8				9	21
Zacatecas	8	5	2		1	7	23
Camacho	2	4	2	7	10	2	27
Escalón	2	1	2	1	6	8	20
Bachimba	2			5	10	5	22
Moctezuma		2			5	20	27
<u>LINEA "I"</u>							
La Barca		3		12	2	9	26
Sayula	13	1	4	1	1	9	29
Manzanillo	5	2	1			4	12
<u>LINEA "V"</u>							
Tenayuca			1	1		3	5
Otumba		4		1		2	7
Tecoac			12			2	14
Las Vigas		2	3	3	2	5	15
Cardel			5	2	3	6	16
<u>LINEA "B"</u>							
San Miguel de Allende		1	1			4	6
<u>LINEA "R"</u>							
General Coss	5	7	4	2		4	22
Sabinas	4	6	2	4	1	4	21
<u>LINEA "M"</u>							
San Pedro Paredón				3	12	6	21
	2	6	6			3	17
<u>LINEA "F"</u>							
Aldamas		4	10			7	21
Matamoros			1	3	1	5	10
<u>LINEA "G"</u>							
Piedras Negras	3			1	3	5	12
Papaloapan	5		4	2	3	5	19
Achotal	3	1	1			3	8
<u>LINEA "Z"</u>							
Coatzacoalcos (1)	2	4		2		2	10



LINEA Y DISTRITO	NUMERO DE LADEROS (CAPACIDAD EN CARROS) *						Total de Laderos
	De 1 a 30	De 31 a 45	De 46 a 60	De 61 a 75	De 76 a 90	Más de 90	
<u>LINEA "H"</u>							
Honey (2)	3	5	1			1	10
Irolo		3				1	4
<u>LINEA "S"</u>							
Apizaco		6	15			3	24
Orizaba (3)	7	2		1	1	3	14
<u>LINEA "G"</u>							
Córdoba	6	5	5	4		2	22

(1) TRAMO DE MEDIAS AGUAS A CO. TZACOALCOS.

(2) TRAMO DE LECHERIA A SAN AGUSTIN.

(3) TRAMO DE ESPERANZA A CORDOBA.

\* CARROS DE 18 METROS.

\*\* TRAMOS QUE OPERAN ACTUALMENTE COMO VIA DOBLE

#### 2.3.4. Tipos de Sistemas para el Control y Despacho de Trenes

El manejo adecuado de los trenes en una línea o tramo, implica una serie de problemas de seguridad y organización, sobre todo si éstos se manejan en una sola vía en ambos sentidos, tal maniobra obliga a la adopción de sistemas operativos de diferente índole para aprovechar a toda su capacidad las vías con el máximo de eficiencia y seguridad. En este caso, los problemas que se presentan consisten por un lado, en mantener entre dos trenes que se siguen una distancia tal que en caso de detenerse el primero, éste no será alcanzado por el que lo sigue, y por otro de asegurar el encuentro de dos trenes marchando en sentido contrario para evitar la posibilidad de un accidente.

Los sistemas más utilizados en la actualidad para estos propósitos son:

- a). Espaciamiento por tiempo
  - b). Espaciamiento por distancia
- a). En el sistema de espaciamiento por tiempo, el manejo de trenes se rige por horario y por órdenes de tren.

En los horarios aparecen todos los trenes (de número) con sus respectivas horas de salida y llegada. (Ver definición donde se observa que como regla el intervalo mínimo entre dos trenes su-

cesivos, es de diez minutos, el cual se conserva a lo largo de todo su recorrido).

Pero ya que resulta casi imposible el apego de los trenes a los horarios, por retrasos de diversa índole, así como prever todos los trenes que van a correr sobre una línea, ya que las demandas de flete son variables y hay necesidad de correr trenes extras fuera de horario, el manejo de éstos, y las modificaciones de los regulares, hizo necesaria la adopción de un sistema que modificara la carrera de los trenes y así es como aparecen las órdenes de tren.

Las órdenes de tren se definen de la siguiente manera, según el Reglamento de Operación de los Ferrocarriles Nacionales de México. Las "Órdenes de Tren son órdenes para el movimiento no previsto por el horario, dada por una oficina de despacho a la estación o estaciones donde se entrega." Estas órdenes las transmite el despachador a la estación más conveniente, y el Jefe de Estación las transmite por escrito a la tripulación del tren en cuestión, formulándose así el recorrido del tren.

En este sistema de operación el manejo de cambios para los lados de encuentro y espuelas es totalmente manual.

b). Sistema de Espaciamento por Distancia

Este sistema es en esencia la operación de trenes por indicación de señales (de bandera luminosas o de otro tipo) el principio básico de este es el asegurar la capacidad de una vía, sin permitir que dos o más trenes ocupen simultáneamente una misma sección, salvo en condiciones muy especiales. Con tal medida se establece el bloqueo, consistiendo ésta en dividir la línea en porciones más o menos largas que se llaman secciones de bloqueo donde solo se admite un tren en operación normal. La longitud de éstas está prevista para asegurar la capacidad, dependiendo de las características de la vía. En el inicio de cada sección existe una señal de parada, maniobrado de diferentes formas, según el tipo de block, que impida la entrada a dicha sección a cualquier otro tren por el tiempo que sea necesario, hasta que sea abandonada por el último tren que lo haya utilizado.

Los diferentes tipos de bloqueo que hay son: block telefónico,---- block manual enclavado y block automático.

En el primero como su nombre lo indica es necesaria la utilización del teléfono, o en su caso el telegráfo, entre el personal -- que maneja las señales para poder intercambiar disposiciones con respecto al bloqueo de sus respectivas secciones. La operación - de las señales es manual (al igual que el de los cambios para la la

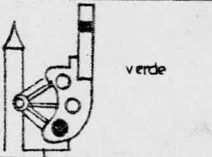
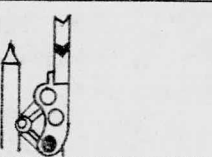
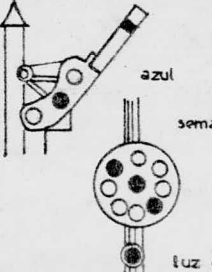
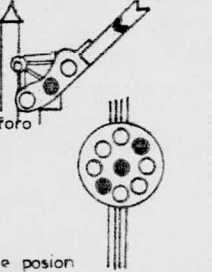
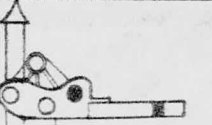
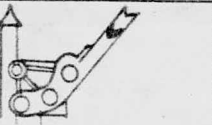
deros) y no exista confrontación alguna en la posición de éstas.

En el block manual enclavado las señales también son operadas - manualmente y las instrucciones son transmitidas por teléfono o - telégrafo, pero hay una confrontación en el manejo de las seña-- les por medio de circuitos eléctricos, esto quiere decir, que opera en forma semiautomática. (Ver figura No.6).

El block automático es aquel en el cual el funcionamiento de los aparatos de bloqueo es accionado automáticamente a la pasada- de los trenes, pero aún así en el sistema anterior y en éste la - operación de los cambios a los laderos y espuelas es manual. (Ver figura No.8).

BLOCK MANUAL TIPICO

Fig. 6

SEÑAL EN ESTACION	SEÑAL A DISTANCIA	NOMBRE	INDICACION
 <p>verde</p>		via libre	adelante block libre
 <p>azul</p> <p>semáforo</p> <p>luz de posicion</p>		adelante con permiso	block ocupado listo para parar a poca distancia del tren delantero
		alto	block ocupado (parada)

Es claro que el sistema de operación de trenes por indicación de señales es superior al de espaciamiento por tiempo; esta superioridad se refleja, sobre todo, en la seguridad o sea que esta se hace más eficiente por distancia, ya que la separación por tiempo depende esencialmente de factores humanos, y como se dijo — una estación puede despachar un tren detrás de otro con diez minutos de espaciamiento sin saber si el primero tuvo o no algún percance que obligó a pararlo.

Por otro lado, la eficiencia se hace patente ya que una vía señalizada tiene más capacidad operativa que una manejada por órdenes de tren. (Apreciándose en la Fig.No. 7 Señales Luminosas).

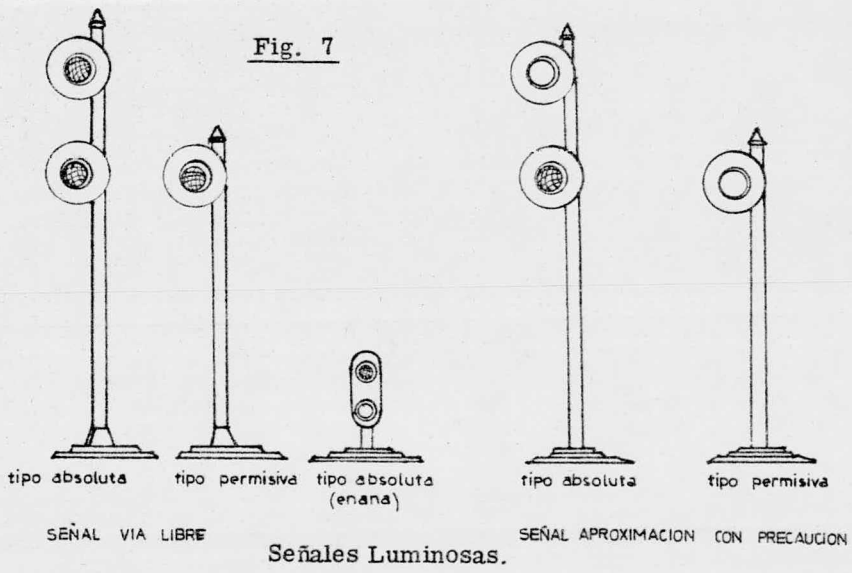
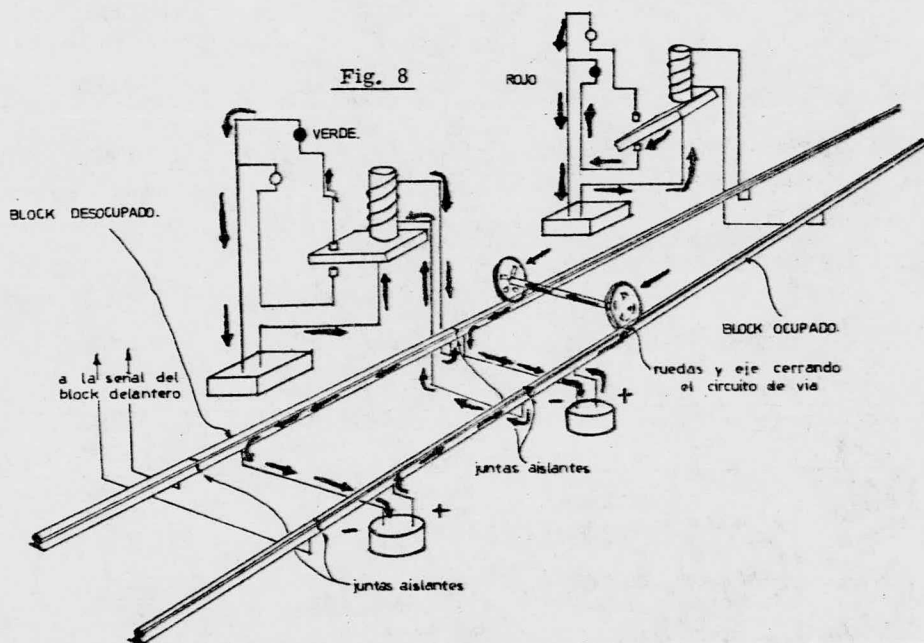
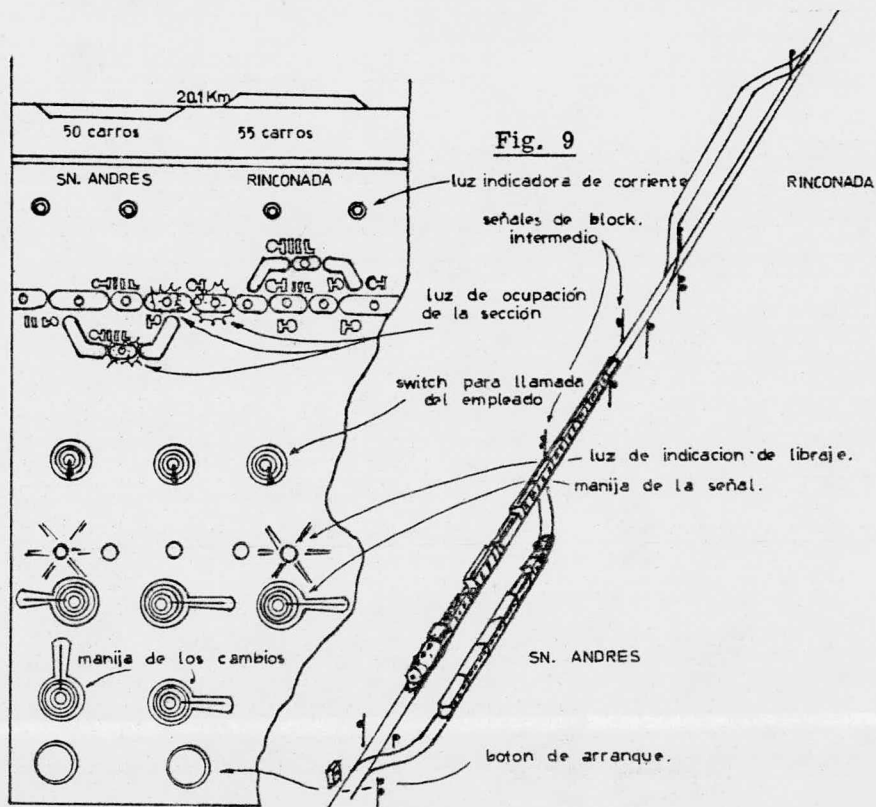


Fig. 8



### Señales de Block Automático

Los sistemas de señalización siempre han tenido como propósito fundamental la seguridad pero algunos, utilizados actualmente, buscan un mejoramiento en la seguridad creada para conseguir que la operación de los trenes sea más rápida y eficiente. Gracias al adelanto de la electrónica se han desarrollado sistemas de control más eficientes y seguros como el C. T. C. (Control de Tráfico Centralizado) y el N. X. (eNtrance-eXit) utilizada solo en puntos donde hay muchos cambios como son las terminales.



Consola de Operación de Señales con C. T. C.

En este último, la oficina de despachadores cuenta con una consola donde aparece en forma esquemática toda la línea bajo su control incluyendo laderos y vías auxiliares, registrándose además -- las paradas de los trenes a través de las diferentes secciones.

La indicación de las señales así como la indicación de los cambios también aparecen en el tablero y se encuentran bajo el control del despachador, o sea que este sin la necesidad de la interrupción de las diferentes estaciones puede dirigir el movimiento de los trenes. (Como puede apreciarse en la Fig.No.9).



Los sistemas que se utilizan en los Ferrocarriles Nacionales de México, son los de órdenes de tren y de C. T. C. en los tramos analizados se encuentran establecidos en la siguiente forma:

<u>DISTRITO</u>	<u>TRAMO</u>	<u>Sistema de Operación Existente</u>
Nacional	México-Huehuetoca	Doble vía con CTC.
Huichapan	Huehuetoca-Viborillas	Vía sencilla con CTC.
P. Blanco	Viborillas-S. Luis	" "
Charcas	S. Luis-Vanegas	" " con O/T. por Teléf.
La Ventura	Vanegas-B. Méndez	" " " "
Encantada	B. Méndez-Saltillo	" " CTC.
Rinconada	Saltillo -Monterrey	" " " "
N. Laredo	Monterrey-N. Laredo	" " O/T. por Teléf.
Central	México-Huehuetoca	Doble vía con CTC.
S. J. del Rio	Huehuetoca-L. Griega	Vía sencilla con O/T. por Teléf.
Querétaro	La Griega-Mariscala	Vía sencilla con CTC.
Coartazar	Mariscala-Irapuato	" " " "
León	Irapuato-Ags.	" " " O/T. por Teléf.
Zacatecas	Ags. -F. Pescador	" " " " "
Camacho	F. Pescador-Torreón	" " " " "
Escalón	Torreón-Jiménez	" " " " "
Bachimba	Jiménez-Chihuahua	" " " " "
Moctezuma	Chihuahua-C. Juárez	" " " " "
La Barca	Irapuato-Guadalajara	" " " " "
Sayula	Guadalajara-Colima	" " " " "
Manzanillo	Colima-Manzanillo	" " " " "
Tenayuca	México-Teotihuacan	Vía sencilla con CTC.
Otumba	Teotihuacan-S. Lorenzo	Vía sencilla con O/T. por Teléf.
Tecoac	S. Lorenzo-Oriental	" " " " "
Las Vigas	Oriental-Jalapa	" " " " "
Cardel	Jalapa-Veracruz	" " " " "
S. M. Allende	Escobedo-P. Blanco	Vía sencilla con O/T. por Teléf.

<u>DISTRITO</u>	<u>TRAMO</u>	<u>Sistema de Operación Existente</u>			
General Coss	R. Arizpe-C. Frontera	Vía sencilla con	O/T.	por	Teléf.
Sabinas	C. Frontera-P. Negras	" "	" "	" "	" "
S. Pedro	G. Palacio-Hipólito	" "	" "	" "	" "
Paredón	Hipólito-Monterrey	" "	" "	" "	" "
Aldamas	Monterrey-Reynosa	" "	" "	" "	" "
Matamoros	Reynosa-Matamoros	" "	" "	" "	" "
P. Negras	Veracruz-T. Blanca	Vía sencilla con	O/T.	por	Teléf.
Papaloapan	T. Blanca-R. Clara	" "	" "	" "	" "
Achotal	R. Clara-M. Aguas	" "	" "	" "	" "
Coatzacoalcos	M. Aguas-Coatzacoalcos	" "	" "	" "	" "
Honey	Lechería-S. Agustín	Vía sencilla con	O/T.	por	Teléf.
Irolo	S. Agustín-S. Lorenzo	" "	" "	" "	" "
Apizaco	Teotihuacan-Esperanza	Vía sencilla con	O/T.	por	Teléf.
Orizaba	Esperanza-Córdoba	" "	" "	" "	" "
Córdoba	Córdoba-T. Blanca	" "	" "	" "	" "

### 2.3.5. Determinación de la Capacidad por Línea

La capacidad máxima de una vía está expresada por  $C_m$  y es igual al total de minutos en un día entre el tiempo de tránsito y el requerido para encuentros para el tramo que necesite mayor tiempo de tránsito para ser recorrido. Considerando que solo se tendrán trenes de una sola clase en ambos sentidos, sin interrupciones de ningún concepto y velocidades iguales, quedando ésta expresada como:

$$C_m = \frac{24 \times 60}{T + t} = \frac{1440}{T + t}$$

Así también, la capacidad potencial de una ruta es una proporción de la capacidad máxima que depende de las diferentes clases y velocidades de los trenes, y se expresa por  $C_p$ . El factor que afecta a la capacidad potencial es de obtención práctica, y se encuentra comprendido entre 0.6 y 0.8 para sistema de órdenes de tren y entre 0.7 y 0.9 para sistemas señalizados, y para tener un manejo más simplificado se asignó 0.694 como factor quedando la  $C_p$  expresada por:

$$C_p = 0.694 C_m = \frac{1000}{T + t} \quad \text{para O. T.}$$

y

$$C_p = 0.8 C_m = \frac{1152}{T + t} \quad \text{para C. T. C.}$$

Al número de trenes promedio por día que pueda ser normalmente admitido en una ruta de capacidad potencial  $C_p$ , lo hemos denominado Capacidad Real  $C_r$  la cual no deberá rebasar más de  $2/3$  de la Capacidad Potencial para O.T. y  $1/3.3$  para C.T.C. Con esta capacidad quedan protegidas las interrupciones, los picos de tráfico y una operación en condiciones perfectamente normales, durante un cierto tiempo de utilidad y -- queda expresada por:

$$C_r = 0.666 C_p = 0.4626 C_m = \frac{660}{T + t}$$

para O. T.

y

$$C_r = 0.769 C_p = 0.6154 C_m = \frac{886}{T + t}$$

para C. T. C.

En la tabla No.16 se aprecia la capacidad actual instalada en las líneas analizadas.

TABLA DE CAPACIDAD ACTUAL POR LINEA Y POR DISTRITO ASI COMO GRADO DE OCUPACION EN TRENES Y CARROS

LINEA Y DISTRITO	Tiempo del Tramo Limitador	Capacidad Potencial Trenes/Día	Capacidad Real Trenes/día	Número de Trenes Actuales	Capacidad Potencial Carros	Número de Carros Actual	Grado de Ocupación Trenes %	Grado de Ocupación en carros %
<b>LINEA "B"</b>								
Nacional								
Huichapan								
Pozo Blanco	29'	33	25	14	2781	552	42.4	20.3
Charcas	22'	27	18	16	1512	745	59.3	49.3
La Ventura	26'	24	16	16	1350	720	66.6	53.3
Encantada	19'	50	38	16	3528	720	32.0	20.4
Rinconada	23'	40	31	20	2346	798	50.0	34.0
Nuevo Laredo	20'	29	19	10	1400	368	34.5	26.3
<b>LINEA "A"</b>								
Central								
San Juan del Río								
Querétaro								
Cortazar								
León	30'	22	15	12	1000	372	54.5	37.2
Zacatecas	28'	23	15	12	1490	476	52.2	31.9
Camacho	28'	23	15	10	1190	381	45.5	64.6
Escalón	25'	29	19	12	2160	600	41.4	27.7
Bachimbe	30'	25	17	8	1610	357	32.0	22.2
Moctezuma	32'	24	16	4	1800	106	16.6	5.9
<b>LINEA "T"</b>								
La Barca	22'	27	18	20	1432	762	74.0	53.2
Sayula	31'	22	14	14	1028	540	63.6	52.5
Manzanillo	22'	27	18	6	1555	210	22.2	13.5
<b>LINEA "V"</b>								
Tenayuca	16'	52	40	20	3380	270	38.5	7.9
Ohumba	28'	26	17	15	1800	352	57.6	19.5
Tecoac	24'	29	19	10	1080	520	34.5	48.1
Las Vigas	30'	25	16	14	1725	540	56.0	31.3
Cardel	30'	25	16	14	1725	522	56.0	30.3
<b>LINEA "B"</b>								
San Miguel Allende	22'	27	18	8	1940	426	29.6	21.9
<b>LINEA "R"</b>								
General Coss	23'	30	20	16	2100	448	33.3	21.3
Sabinas	26'	28	18	14	955	600	50.0	62.6
<b>LINEA "M"</b>								
San Pedro	22'	31	21	8	2320	399	17.2	25.8
Paredón	25'	25	16	10	1170	348	40.0	29.7
<b>LINEA "E"</b>								
Aldamas	24'	26	17	10	1290	244	38.5	18.9
Matamoros	28'	26	17	10	2160	244	38.5	11.3
<b>LINEA "G"</b>								
Piedras Negras	26'	28	19	8	1800	224	28.6	12.4
Papaloapan	46'	18	12	12	840	452	66.6	53.8
<b>LINEA "G"</b>								
Achotal	41'	20	13	12	960	420	60.0	43.8
<b>LINEA "Z"</b>								
Coahuacoalcos (1)	34'	23	15	16	795	228	69.6	28.7
<b>LINEA "H"</b>								
Honey (2)	15'	33	22	14	960	186	42.4	19.4
Ireto	20'	33	22	8	1240	176	18.2	14.2
<b>LINEA "S"</b>								
Apizaco	27'	24	16	14	830	213	58.3	25.6
Orizaba (3)	32'	30	20	24	658	294	80.0	46.1
<b>LINEA "G"</b>								
Córdoba	23'	30	20	22	990	231	73.3	23.3

(1) - Tramo de Medias Aguas a Coahuacoalcos  
 (2) - Tramo de Lección a St. Agustín  
 (3) - Tramo de Esperanza a Córdoba.

\* Tramos incluidos en la construcción de la vía doble México-Tampico, actualmente en proceso.

### 3. SITUACION FUTURA

#### 3.1. Estimación del crecimiento del Tráfico para el período 1982-2000

Las estimaciones de tráfico para el período 1982 - 2000, se basan en el estudio relativo al pronóstico de tráfico por artículos 1983-- 2000 formulado por los Ferrocarriles Nacionales de México.

La elaboración de los pronósticos considera un total de 37 articu-- los clasificados por características similares en 7 grupos.

El cuadro anexo 17 muestra con mayor detalle los volúmenes por - artículos para el período indicado. En 1982 el movimiento total fué de 54,270,000 toneladas, mientras que, en el año 2000 se estima que podrá ser de 128,643,000 lo que implica un crecimiento anual me-- dio del 4.02%. Así también se hace la observación que de estos 7 rubros que agrupan a los productos que transporta el ferrocarril, - en el año de 1982 los más representativos fueron los productos in-- dustriales con 32.1%, los minerales con el 25.6% y los agricoo-- las con el 20.1%, ya que tan sólo estos tres engloban el 77.8% del-- total, y para el año 2000 los industriales representarán el 40.1%, - los minerales el 21.4 y los agricolas el 19.9% haciendo para enton-- ces estos grupos el 81.4% del total.

Las estimaciones de tráfico global se efectuaron año con año hasta - 1990 y por quinquenios de 1990 a 2000.

Los especialistas de los Ferrocarriles Nacionales de México, para proyectar el tráfico a futuro consideraron la crisis económica que se presentó en 1982, así como las medidas que toma el gobierno federal, estimando que el producto interno bruto, permanecerá constante en 1983, teniendo un crecimiento del 2% anual en 1984, 3% -- anual en 1985, el 4% anual en 1986 y del 5% anual para 1987 manteniéndose así hasta fines de siglo.

También consideraron las estimaciones proporcionada por el Consejo Nacional de Población hasta el año de 1990, para el período 1990 - 2000, se consideró que la tasa de crecimiento descende progresivamente, hasta llegar al año 2000, con un ritmo de aumento anual -- del orden del 1.0%, con lo que a fines de siglo, el país tendrá poco más de 100 millones de habitantes.

Tabla 17

PRONOSTICOS DE TRAFICO POR ARTICULO

1 9 8 3 - 1 9 9 0

CONCEPTO	1982*	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
PRODUCTOS FORESTALES	390	387	391	394	398	401	401	405	409	427	441
PRODUCTOS AGRICOLAS	10,895	16,160	16,658	17,185	17,717	18,210	18,708	19,206	19,807	22,598	25,548
Ferrosajes	992	962	985	1,023	1,077	1,154	1,231	1,308	1,400	1,931	2,609
Frijol	612	838	855	872	898	898	912	923	932	1,218	1,979
Maz	1,715	4,112	4,197	4,268	4,318	4,322	4,438	4,486	4,534	4,639	4,207
Sorgo	2,670	4,371	4,577	4,778	4,957	5,126	5,262	5,388	5,511	6,096	6,409
Semillas Oleaginosas	1,072	1,469	1,536	1,605	1,674	1,743	1,814	1,883	1,958	2,335	2,741
Trigo	2,298	2,551	2,576	2,677	2,783	2,892	3,006	3,125	3,249	3,950	4,816
Otros	1,526	1,857	1,912	1,967	2,020	2,075	2,125	2,173	2,223	2,429	2,557
PRODUCTOS ANIMALES	110	114	111	108	105	102	99	96	93	80	69
PRODUCTOS MINERALES	13,872	13,392	14,202	15,411	17,756	18,558	18,792	19,026	19,275	20,592	27,520
Carbón Mineral	2,709	2,957	3,687	4,009	4,539	4,609	4,619	4,629	4,637	4,685	8,736
Coque	1,161	1,278	1,372	1,477	1,521	1,553	1,586	1,622	1,659	1,881	2,176
Fluorita	461	512	529	553	569	593	616	642	659	797	959
Barita	333	465	484	504	523	543	565	588	614	754	936
Mineral de Hierro	8,005	6,893	6,787	7,466	9,138	9,729	9,808	9,887	9,966	10,319	12,041
Otros	1,203	1,287	1,343	1,402	1,466	1,531	1,596	1,667	1,740	2,156	2,672
PETROLEO Y SUS DERIVADOS	3,773	4,0261	4,148	4,281	4,436	4,599	4,770	4,984	5,135	6,212	7,569
Asfalto	159	178	178	178	178	178	178	178	178	178	178
Diesel	326	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343
Gasolina	306	324	317	317	317	317	317	317	317	317	317
Gas	53	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Combustóleo	2,851	2,997	3,139	3,288	3,443	3,066	3,777	3,955	4,142	5,219	6,576
Otros	78	121	106	92	92	92	92	92	92	92	92
INORGANICOS	7,790	9,161	9,937	10,136	10,356	10,747	10,984	11,223	11,466	13,048	14,771
Arena Sílica	651	635	652	678	714	761	311	864	920	1,263	1,735
Azufre	1,207	1,530	1,595	1,581	1,582	1,740	1,740	1,740	1,740	2,009	2,319
Piedra Caliza	1,915	2,978	3,490	3,490	3,490	3,490	3,490	3,490	3,490	3,490	3,490
Sal	516	536	554	577	596	619	642	664	687	839	958
Otros	3,501	3,482	3,646	3,810	3,974	4,137	4,301	4,465	4,629	5,448	6,269
PRODUCTOS INDUSTRIALES	17,446	19,895	21,311	22,428	24,241	26,181	28,233	30,545	33,789	42,010	52,725
Azúcar	1,338	1,752	1,898	2,033	2,165	2,305	2,454	2,614	2,783	3,403	4,137
Cemento	5,360	5,413	5,725	5,764	6,165	6,551	7,011	7,484	8,996	11,903	15,769
Fertilizantes	3,403	3,945	4,429	4,899	5,450	6,083	6,725	7,710	8,505	10,254	12,814
Hierro en Barra y desperdicio	1,047	1,413	1,433	1,463	1,504	1,557	1,611	1,668	1,726	2,050	2,435
Hierro para construcción	144	357	396	438	481	531	585	644	706	762	836
Lámina de Acero	575	766	889	943	1,119	1,297	1,460	1,549	1,638	2,109	2,613
Mascabado	129	195	200	204	209	213	216	222	227	247	263
Material de Ensamble p/vehículos	235	255	270	280	288	288	286	286	288	288	288
Miel de Caña	103	115	117	117	119	122	124	126	128	139	150
Papel y Celulosa	1,228	1,295	1,334	1,374	1,420	1,467	1,513	1,561	1,608	1,896	2,248
Plomos en barras	73	73	77	78	82	85	89	92	97	118	144
Productos de Sodio	282	310	339	358	403	440	480	520	570	877	1,356
Productos Químicos Industriales	752	799	821	855	902	964	1,030	1,100	1,176	1,638	2,281
Tubería de Hierro y Acero	311	421	526	650	871	1,095	1,322	1,478	1,652	1,747	1,864
Otros	2,468	2,786	2,867	2,962	3,063	3,183	3,323	3,489	3,687	4,579	5,327
TOTAL:	54,276	63,135	66,736	69,943	75,009	78,798	82,067	85,539	89,974	104,967	129,643

\* DATO REAL — FUENTE FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO  
 SUBCERENCA DE PLANEACION Y ORGANIZACION  
 CIFRAS EN MILLONES DE TONELADAS



### 3.2. Determinación del Tráfico Futuro a Manejar por cada Línea.

A partir de los pronósticos de tráfico por artículos y de las proporciones de tonelaje obtenidas para cada de línea durante el año de -- 1981, se estimó la carga de trabajo, que corresponderá a cada tramo analizado; para lo cual, se consideró que el porcentaje de tonelaje que maneja cada tramo con respecto al total sistemal se conservará constante durante el período de 1983 - 2000. (Ver Tabla 18).

Para el año de 1982 no se tomó en cuenta la misma consideración, - por contarse con información actualizada al respecto, de los propios Ferrocarriles Nacionales de México.

Se hace notar que para la línea "V" (México-Veracruz) solo se tomará en cuenta la consideración anterior hasta el año de 1985, debido - a que la mayor parte del tráfico que actualmente se maneja por esta línea proveniente del sureste y del Puerto de Veracruz, serán encausados por la línea "S", en la cual se están realizando rectificaciones para reducir la pendiente y curvatura y así mejorar la operación de los trenes. Se estima que estas obras se encuentren terminadas a fi nales de 1985.

TRAFICO FUTURO A MANEJAR POR LINEA

Cifras en Millones

DISTRITO	TRAMO	TONELADAS BRUTAS ANUALES										
		1982*	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
Nacional	México-Huehuetoca	14.91	22.29	23.56	24.69	26.47	27.81	28.96	30.19	31.76	37.05	45.41
Huichapan	Huehuetoca-Viborillas	10.89	18.58	19.64	20.58	22.06	23.17	24.13	25.15	26.45	30.86	37.48
Pozo Blanco	Viborillas-S. Luis	9.63	16.48	17.42	18.26	18.58	20.57	21.42	22.33	23.49	27.40	33.52
Charcas	S. Luis-Vanegas	12.99	14.26	15.07	15.79	16.89	17.74	18.48	19.26	20.26	22.64	28.97
Encantada	B. Méndez-Saltito	12.72	14.66	15.50	16.24	17.40	18.29	19.05	19.86	20.89	24.37	29.87
Rinconada	Saltillo-Monterrey	10.91	14.93	15.78	16.54	17.73	18.63	19.40	20.22	21.27	24.81	30.41
N. Laredo	Monterrey-N. Laredo	4.41	8.04	8.50	8.91	9.55	10.03	10.45	10.89	11.45	13.36	16.37
Central	México-Huehuetoca	9.81	11.92	12.60	13.21	14.16	14.88	15.50	16.16	17.00	19.83	24.30
S. J. del Rio	Huehuetoca-La Griega	10.18	13.59	14.37	15.06	16.15	16.97	17.67	18.42	19.38	22.61	27.71
Querétaro	La Griega-Mariscala	11.33	17.40	18.39	19.27	20.66	21.70	22.60	23.56	24.78	28.91	35.43
Cortazar	Mariscala-Irapuato	12.43	16.96	17.93	18.79	20.14	21.16	22.04	22.97	24.16	28.19	34.53
León	Irapuato-Aguascalientes	4.06	10.47	11.07	11.60	12.44	13.07	13.61	14.19	14.93	17.42	21.35
Zacatecas	Aguascalientes F. Pos.	5.15	10.42	11.01	11.54	12.44	12.99	13.53	14.10	14.83	17.30	21.20
Camacho	F. Pescador-Torreón	4.56	7.79	8.23	8.63	9.25	9.72	10.12	10.55	11.10	12.95	15.87
Escalón	Torreón-Jiménez	8.21	10.02	12.71	13.32	14.28	15.00	15.62	16.28	17.12	19.97	24.47
Bachimba	Jiménez-Chihuahua	5.11	7.60	8.03	8.42	9.03	9.49	9.88	10.30	10.83	12.63	15.48
Mocleuzma	Chihuahua-Cd. Juárez	1.52	3.59	3.79	3.97	4.26	4.48	4.66	4.86	5.11	5.96	7.30
La Barca	Irapuato-Guadalajara	13.93	16.38	17.31	18.14	19.45	20.43	21.27	22.17	23.31	27.19	33.32
Sayula	Guadalajara-Colima	8.74	9.92	10.49	10.99	11.78	12.38	12.89	13.44	14.14	16.50	20.22
Manzanillo	Colima-Manzanillo	5.04	6.07	6.42	6.73	7.22	7.58	7.89	8.22	8.65	10.09	12.37
Tenayuca	México-Teotihuacan	11.66	8.73	9.23	9.67	10.19	10.74	11.32	11.94	12.58	16.37	21.30
Otumba	Teotihuacan-S. Lorenzo	7.29	5.42	5.72	2.40	2.46	2.51	2.57	2.63	2.68	2.99	3.35
Tecoac	S. Lorenzo-Oriental	8.16	9.29	9.82	4.12	4.22	4.32	4.42	4.52	4.60	5.15	5.75
Las Vigas	Oriental-Jalapa	9.10	11.33	11.98	5.65	5.78	5.92	6.06	6.20	6.31	7.08	7.88
Cardel	Jalapa-Veracruz	8.74	10.85	11.47	5.40	5.52	5.65	5.79	5.93	6.03	6.74	7.53
S. M. Allende	Escobedo-P. Blanco	7.51	9.72	10.27	10.76	11.54	12.12	12.62	13.15	14.21	16.58	20.32
General Coss	R. Arizpe-Cd. Frontera	7.96	9.99	10.56	11.07	11.87	12.47	12.99	13.54	14.24	16.61	20.36
Sabinas	Cd. Frontera-P. Negras	5.16	8.33	8.81	9.23	9.89	10.39	10.82	11.28	11.86	13.84	16.96
S. Pedro	G. Palacio-Hipólito	6.61	9.96	10.53	11.04	11.84	12.44	12.96	13.51	14.21	16.58	20.32
Paredón	Hipólito-Monterrey	7.43	9.89	10.55	11.06	11.86	12.46	12.98	13.53	14.23	16.60	20.34
Aldamas	Monterrey-Reynosa	2.48	5.12	5.41	5.67	6.08	6.39	6.66	6.94	6.77	7.90	9.68
Matamoros	Reynosa-Matamoros	2.48	5.12	5.41	5.67	6.08	6.39	6.66	6.94	6.77	7.90	9.68
P. Negras	Veracruz-T. Blanca	5.43	6.87	7.26	7.61	8.16	8.57	8.93	9.31	9.79	11.42	14.00
Papaloapan	T. Blanca-R. Clara	8.74	6.90	7.39	7.75	8.31	8.73	9.09	9.47	9.96	11.62	19.24
Acholul	R. Clara-M. Aguas	7.41	10.02	10.59	11.10	11.90	12.50	13.02	13.57	14.27	16.65	20.40
Coatzacoalcos	M. Aguas-Coatzacoalcos	5.85	6.22	6.57	6.89	7.39	7.76	8.08	8.42	9.25	10.79	13.22
Honey	Lechería-Sn. Agustín	3.33	6.48	6.85	7.18	7.70	8.09	8.43	8.78	9.17	10.69	13.10
Irolo	S. Agustín-S. Lorenzo	3.62	5.98	6.32	6.62	7.10	7.46	7.77	8.10	8.52	9.94	12.18
Apizaco	Teotihuacan-Esperanza	3.99	4.39	4.64	8.99	9.64	10.12	10.55	10.99	11.56	13.48	16.51
Orizaba	Esperanza-Córdoba	5.08	5.98	6.32	6.53	10.22	10.74	11.19	11.67	12.28	14.33	17.56
Córdoba	Córdoba-T. Blanca	3.07	5.98	6.32	6.62	7.10	7.46	7.77	8.10	8.52	9.94	12.18

\* Datos Reales.

### 3.3. Comparativo del tráfico futuro a manejar y la capacidad instalada

Para obtener el número de trenes que se moverá a futuro, se transformó el tonelaje por tramo de línea analizada en número de trenes de carga promedio teniendo como base la composición y tonelaje de los trenes que se mueven en la ruta actualmente.

La siguiente tabla corresponde a las tendencias de crecimiento vehficular en los tramos indicados de los trenes de carga, en los que están incluidos los servicios de pasajeros y mixtos. También se anexa a manera de comparación la capacidad potencial y real de los tramos analizados. (Tabla No.19).

TENDENCIA DEL CRECIMIENTO VEHICULAR POR LINEA

Tabla 19

LINEA Y DISTRITO	Capacidad	Capacidad	Número	PRONOSTICO DE TRENES A FUTURO			
	Potencial No. de Trenes	Real. No. de Trenes	Actual de Trenes	1995	1990	1995	2000
<b>LINEA "B"</b>							
Nacional	*						
Huichapan	*						
Pozo Blanco	33	25	14	15	18	20	23
Charcas	27	18	16	17	20	22	26
La Ventura	24	16	16	17	20	22	26
Encantada	50	38	16	17	20	22	26
Rinconada	40	31	20	22	27	31	37
Nuevo Laredo	29	19	10	11	14	16	19
<b>LINEA "A"</b>							
Central	*						
San Juan del Rio	*						
Querétaro	*						
Cortazar	*						
León	22	15	10	11	13	14	18
Zacatecas	23	15	12	13	16	18	21
Camacho	23	15	10	11	13	15	18
Escalón	29	19	12	13	14	16	19
Bachimba	25	17	8	9	11	13	16
Moctezuma	24	16	4	4	5	8	7
<b>LINEA "I"</b>							
La Barca	27	18	20	21	25	28	33
Sayula	22	14	14	15	19	22	27
Manzanillo	27	18	16	7	9	10	12
<b>LINEA "V"</b>							
Tenayuca	52	40	20	21	24	26	30
Otumba	26	17	15	10	10	11	11
Tecoac	29	19	10	6	7	16	8
Las Vigas	25	16	14	8	9	9	11
Cardel	25	16	14	8	9	9	11
<b>LINEA "B"</b>							
San Miguel Allende	27	18	8	9	11	13	16
<b>LINEA "R"</b>							
General Coss	30	20	10	11	14	16	19
Sabinas	28	18	14	15	19	22	27
<b>LINEA "N"</b>							
San Pedro	31	21	8	9	11	13	16
Paredón	25	16	10	11	14	16	19
<b>LINEA "F"</b>							
Aldamas	26	17	10	11	14	16	19
Matamoros	26	17	10	11	14	16	19
<b>LINEA "G"</b>							
Piedras Negras	28	19	8	9	10	11	13
Papaloapan	18	12	12	13	16	18	21
Achotal	20	13	12	13	16	18	21
<b>LINEA "Z"</b>							
Coatzacoalcos	23	15	16	17	21	24	29
<b>LINEA "H"</b>							
Honey	33	22	14	15	17	19	22
Irolo	33	22	6	7	9	10	12
<b>LINEA "S"</b>							
Apizaco	24	16	14	21	25	29	35
Orizaba	30	20	24	33	40	46	55
<b>LINEA "G"</b>							
Córdoba	30	20	22	24	29	33	39

\* Tramos incluidos en la construcción de la vía doble México-Irapuato, actualmente en proceso.

3.4. Alternativas Propuestas para la Adecuación de la Adecuación de la Capacidad en las Líneas, con objeto de satisfacer la Demanda Futura de Tráfico

Con el fin de incrementar la capacidad de las líneas en número de trenes por día y consecuentemente en tonelaje manejado, se presentan 4 principales alternativas, siendo éstas:

Alternativa I . — Mejoramiento de los procedimientos operativos actuales.

Alternativa II . — Mejoras Físicas Menores.

Alternativa III . — Mejoramiento a los sistemas de control vehicular y despacho de trenes.

Alternativa IV . — Modificaciones Físicas Mayores.

A continuación se detallan brevemente cada una de ellas:

Alternativa I . — Mejoramiento de los procedimientos operativos actuales.

Esta primera alternativa contempla cambios que incrementan la vida útil de la línea a través de:

— Incremento en la longitud de trenes.- Con esta medida se pretende reducir el número vehicular sobre la línea y por lo tanto aumentar la vida útil de la misma. Se considera que para adoptar esta medida, será necesario incrementar el número de locomotoras por tren.

— Incremento de la fuerza tractiva.- Esta medida tiene dos objetivos principales: el primero consiste en aumentar la longitud de los trenes, como se dijo en el punto anterior, el segundo se refiere a aumentar la velocidad de los trenes, a fin de reducir el tiempo -- de tránsito del módulo limitador por lo que repercute en aumento de la capacidad potencial de la línea.

— Programación adecuada del movimiento de trenes.- Para que las opciones antes descritas, operen en forma práctica, será necesario que exista una programación adecuada de los trenes, tanto en su despacho como en su recorrido dentro del tramo de control. Esto es, que al ocupar un tren cualquier canal disponible se apegue a los tiempos programados tanto de salida como de encuentros indicados para dicho canal.

Alternativa II .— Mejoras Físicas Menores.- Esta alternativa se refiere principalmente al arreglo de los laderos necesarios para hacer posible que la vía tenga una mayor capacidad potencial, con objeto de asegurar que el crecimiento vehicular pueda ser desalojado eficientemente, en condiciones aceptables de operación, por un tiempo-determinado.

— Ampliación de Laderos Actuales.- Cuando en un determinado distrito se selecciona un grupo de laderos de acuerdo con un módulo limitador, deberá tenerse cuidado que la totalidad de los laderos del

grupo tengan la capacidad suficiente para admitir la formación del tren propuesto; en el caso de que uno o más laderos no cumplan con este requisito, será necesario entonces realizar las ampliaciones correspondientes a fin de que el grupo de laderos sea congruente.

— Construcción de nuevos laderos.- Dentro del grupo de laderos seleccionado deberá tratarse de aprovechar los puntos ya establecidos; cuando el o los módulos limitadores no permitan un incremento significativo en la capacidad de la vía, entonces se procederá a resolver el problema a base de relocalización de los laderos existentes o de la construcción de nuevas facilidades en las secciones que son limitadoras.

En los arreglos o acomodos de laderos deben considerarse pasos sucesivos para cubrir diferentes etapas de necesidad de capacidad de acuerdo al tiempo transcurrido, pero deberá tenerse cuidado de que las distintas etapas que se planteen obedezcan a un mismo proyecto y estar basadas en la selección de laderos que han de ser usados en todas las etapas, hasta completar el grupo proyectado. No deben establecerse grupos diferentes para cada etapa de solución, pues esto solo causaría abandono prematuro de las inversiones previas.

Por lo anterior es recomendable se escoja un grupo fundamental que resuelva el problema a corto plazo y posteriormente se vayan inter

polando otros laderos en los tramos que resulten limitadores para las diferentes capacidades pretendidas.

Alternativa III .— Mejoramiento a los sistemas de control y despacho de trenes.- Esta alternativa debe ser considerada después de haber aplicado las anteriores y cuando el número vehicular -- por día sea tal que ya no pueda ser manejado por el sistema tradicional de órdenes de tren.

— Sistema de control de tráfico centralizado C.T.C. - El número vehicular que justifica la instalación de C. T. C. es del orden de 30 trenes/día, en buenas condiciones de operación y corresponde a un tráfico promedio real mínimo de trenes punto a punto, de 20 --- vehiculos. Deberá evitarse correr trenes cortos ya que éstos incrementan en forma virtual el número vehicular sobre la vía.

La capacidad potencial obtenible con sistema C. T. C. oscila de 50 a 60 trenes/día como máximo, dependiendo de las características geométricas de la vía.

Alternativa IV. — Modificaciones Físicas Mayores.- Cuando las alternativas propuestas anteriormente no satisfacen los requerimientos de capacidad de una línea, se requiere otro tipo de soluciones - que representan inversiones mayores.

— Rectificación de pendiente y curvatura en tramos críticos.- Los



análisis que se practiquen tendientes a incrementar la capacidad de una línea, deberán comprender la posibilidad de rectificación de algunos tramos, ya que en algunos casos las pendientes y curvaturas limitadoras de longitud y tonelaje arrastrado por los trenes, se encuentran situadas en tramos pequeños, cuya rectificación a condiciones físicas más aceptables y a un relativo bajo costo, puede incrementar la longitud de trenes y en consecuencia reducir el tráfico vehicular, permitiendo a la ruta absorber sus crecimientos con trenes más largos.

Si las condiciones del terreno fueran muy limitativas o el tramo crítico demasiado largo y por lo tanto los costos de operación muy elevados, deberá considerarse la relocalización total de tramos mayores (inclusive rutas completas), para lo cual será necesario hacer inversiones mayores.

Es importante aclarar que deberá evaluarse si dichas rectificaciones, parciales o totales deberán realizarse antes de recurrir a la ampliación de laderos o automatización de los sistemas de control vehicular, con objeto de evitar pasos intermedios de inversión que puedan abandonarse en el corto o mediano plazo.

— Construcción de Doble Vía. - Cuando los requerimientos de capacidad potencial en una línea determinada rebasen los 60 trenes/día, deberá incluirse en el análisis la posibilidad de construcción

de doble vía en la misma.

Antes de dar este paso será necesario que las condiciones de pendien  
te y curvatura sean aceptables a fin de no incurrir en inversiones --  
adicionales e innecesarias.

La capacidad potencial obtenible con vía doble es de 110 a 130 trenes  
/día dependiendo del tiempo de espaciamiento posible entre un tren y  
otro; para lo cual es importante que la vía doble cuente con sistemas  
automáticos de control vehicular.

Asimismo hay que definir un grupo de laderos que servirán para el -  
rebase de trenes con prioridad en el itinerario, por lo que será nece  
sario definir longitudes adecuadas de los trenes de carga, esto es, -  
evitar correr trenes demasiado cortos o demasiado largos, que entorpe  
cen el movimiento vehicular.

Con objeto de dotar con capacidad suficiente a las líneas, para satis-  
facer la demanda futura de tráfico, solo se tomarán en cuenta los tra  
mos que poseen una capacidad superior a la requerida para el año ---  
2000, por lo anterior, fueron seleccionados para su análisis los si---  
guientes tramos:

Línea "B " Distritos de: Charcas, La Ventura y Rinconada

Línea "A " Distritos de: León, Zacatecas y Camacho

Línea "I " Distritos de: La Barca y Sayula

Línea "R" Distrito de: Sabinas

Línea "M" Distrito de: Paredón

Línea "F" Distrito de: Aldamas y Matamoros

Línea "G" Distritos de: Papaloapan, Achotal y Córdoba

Línea "Z" Distrito de: Coatzacoalcos

Línea "S" Distrito de: Apizaco y Orizaba

MODIFICACIONES FISICAS PROPUESTAS PARA ADECUAR LA CAPACIDAD DE LOS DISTRITOS DE ACUERDO A SU TRAFICO FUTURO

Como primer alternativa se propone el mejoramiento del sistema operativo actual y algunas mejoras físicas menores; tales como, aumentar la longitud de los trenes y, como consecuencia directa de esto, el alargamiento en la longitud de los laderos de encuentro, con el fin de formar un grupo de éstos, que admita una sola formación promedio de trenes y hacer lo más regular posible el tiempo de tránsito limitador. Con estas bases, se incrementará la capacidad potencial de la línea en número de carros por tren y se reducirá el número vehicular promedio, obteniéndose mayor vida útil de la misma.

La tabla Núm. 20 que a continuación se presenta muestra los beneficios que se obtendrían con la aplicación de la alternativa propuesta, en las líneas y/o tramos seleccionados.

Adicionalmente se presentan las longitudes de laderos a ampliar, por distrito, así como su costo a valor actual.

Mas adelante se incluye un cuadro Tabla #21 que muestra el número de trenes de acuerdo a las modificaciones operacionales y físicas propuestas, donde se observa la disminución del número vehicular de las líneas tratadas. De los mismos cuadros se aprecia que, el 66.7% de los tramos tienen capacidad potencial suficiente para so

portar el creciente número vehicular a largo plazo, el restante 33.3% tendrá que ser estudiado para realizar mejoras que incrementen su capacidad potencial. Entre éstos se encuentran los distritos de: Charcas, La Ventura, La Barca, Apizaco y Orizaba.

Cabe señalar, que actualmente en los distritos de Apizaco y Orizaba - se construye doble vía a fin de aumentar su capacidad para absorber el tráfico del sureste que hoy en día es desviado hacia la división Jalapa, ya que esta nueva línea contará con las condiciones físicas necesarias para reducir los altos costos de operación, en que se incurren por dicho desvío. Para manejar el tráfico del puerto de Veracruz con destino al centro y norte de la República, también se utilizará la nueva - línea del Mexicano. Por lo anterior, estos distritos ya no tendrán -- problemas de capacidad en el largo plazo.

De la misma forma en el distrito de Sayula, se llevan a cabo rectificaciones tales como las correspondientes al tramo comprendido entre Sayula y Cd.Guzmán, en el cual se abatirá la pendiente limitadora reduciendo con esto los costos de operación así como el número de trenes a futuro.

Para los distritos de Charcas, La Ventura y La Barca, se propone - como segunda alternativa en adición a las operacionales y físicas menores la programación de las obras necesarias para la instalación de un sistema de control y despacho de trenes, tal como C. T. C. (Con--

trol de Tráfico Centralizado). Indicando que, como consecuencia de una ampliación uniforme de laderos, de un tiempo de tránsito máximo adecuado entre los mismos y aparte de realizar los estudios de factibilidad indispensables, solo es necesaria la implantación de dicho sistema, para incrementar de manera suficiente la capacidad - de los distritos antes señalados, ya que éstos lo requieren actual-- mente.

**TABLA QUE MUESTRA LAS MEJORAS QUE SE OBTENDRIAN AL REALIZARSE LAS OBRAS MENORES DE LAS LINEAS EN EL CORTO PLAZO**

LINEA Y DISTRITO	M.L. Min.	C.P.A.P. Trenes	C.P.E.C. Carros	I.C.P.C.	P.D.V.L.	N.M.C.T.	L.A.L. Kms.	C.A.L. Millones	V.U.T.S. Años	T.S.O.
<b>LINEA " B "</b>										
Charcas	22	31	2250	49%	17%	90	3.6	90.0	11	O. T.
La Ventura	22	31	2250	87%	20%	90	2.3	57.5	11	O. T.
Rinconada	25	40	3060	30%	27%	90	3.5	87.5	25	C. T. C.
<b>LINEA " A "</b>										
León	40	20	1260	26%	30%	90	8.2	205.0	5	O. T.
Zacatecas	33	23	1710	15%	25%	80	6.8	170.0	10	O. T.
Camacho	29	26	1980	66%	29%	90	12.2	305.0	21	O. T.
<b>LINEA " I "</b>										
La Barca	22	32	3580	150%	32%	94	8.6	215.0	6	O. T.
Sayula	25	29	1890	84%	-	70	4.1	102.5	5	O. T.
<b>LINEA " R "</b>										
Sabinas	26	28	1940	103%	33%	75	6.3	157.5	14	O. T.
<b>LINEA " M "</b>										
Paredón	27	27	2250	92%	47%	90	12.7	317.5	24	O. T.
<b>LINEA " F "</b>										
Aldamas	36	22	1800	39%	65%	90	5.9	147.5	36	O. T.
Matamoros	-	-	-	-	65%	90	-	-	36	O. T.
<b>LINEA " G "</b>										
Papaloapan	22	32	2520	200%	29%	90	10.1	252.5	17	O. T.
Acholal	22	32	2520	182%	34%	90	4.5	112.5	15	O. T.
Córdoba	16	39	2790	182%	29.3%	75	5.6	140.0	10	O. T.
<b>LINEA " Z "</b>										
Coatzacoalcos	22	32	980	20.7%	56%	80	9.5	237.5	20	O. T.
<b>LINEA " S "</b>										
Apizaco	25	28	1400	68.7%	20%	75	11.2	280.0	-	O. T.
Orizaba	19	35	950	48.9%	60%	75	5.8	145.0	-	O. T.

**NOTAS:**

- ML — Módulo limitador tiempo máximo de recorrido del tren más lento entre laderos
- C.P.A.P. — Capacidad potencial al realizarse las mejoras menores propuestas
- C.P.E.C. — Capacidad potencial en número de carros por día con las modificaciones propuestas
- I.C.P.C. — Incremento de la capacidad potencial respecto a la instalada al concluirse las mejoras
- P.D.V.L. — Porcentaje de disminución del número vehicular en la ruta como consecuencia del aumento de longitud de trenes
- L.A.L. — Longitud de ampliación de los laderos
- C.A.L. — Costo de ampliación de laderos (costos a 1983).
- V.U.T.S. — Vida útil del tramo (la vida útil a partir de las mejoras ya hechas representa el tiempo hasta el cual se satura la capacidad real)
- T.S.O. — Tipo de sistema operativo
- N.M.C.T. — Número máximo de carros por tren

TABLA DEL NUMERO DE TRENES FUTUROS POR LINEA AL IMPLANTARSE LAS MEJORAS

FISICAS MENORES (AMPLIACION DE LADEROS Y MEJORAS OPERACIONALES COMO

ALARGAMIENTO DE LOS TRENES)

LINEA Y DISTRITO	Capacidad * Potencial Trenes/Dfa	Capacidad * Real Trenes/Dfa	NUMERO DE TRENES A FUTURO			
			1985	1990	1995	2000
<u>LINEA "B"</u>						
Charcas	31	21	15	18	20	24
La Ventura	31	21	15	18	20	24
Rinconada	40	31	16	19	22	26
<u>LINEA "A"</u>						
León	20	13	9	11	13	16
Zacatecas	23	15	11	13	15	17
Camacho	26	17	9	11	13	16
<u>LINEA "T"</u>						
La Barca	32	21	17	20	22	26
Sayula	29	19	15	19	22	27 **
<u>LINEA "R"</u>						
Sabinas	28	19	11	14	16	20
<u>LINEA "M"</u>						
Paredón	27	18	7	9	10	12
<u>LINEA "F"</u>						
Aldamas	22	15	5	6	7	8
Matamoras	26	17	5	6	7	8
<u>LINEA "G"</u>						
Papaloapan	32	21	10	11	12	14
Achotal	32	21	10	12	13	15
Córdoba	39	26	19	23	26	30
<u>LINEA "Z"</u>						
Coatzacoalcos	32	21	10	12	14	17
<u>LINEA "S"</u>						
Apizaco	28	19	18	22	25	30 ***
Orizaba	35	23	23	26	28	32 ***

NOTAS

- \* Una vez realizadas las modificaciones a corto plazo
- \*\* Actualmente se encuentra en proceso de rectificación el tramo Sayula-Cd. Guzmán.
- \*\*\* Tramos actualmente en proceso de vía doble.



#### 4.0. ANALISIS ECONOMICO

El análisis económico comprende: El orden de inversión que significan las modificaciones propuestas así como los beneficios que se obtendrían de las obras por ejecutar. Comparando los beneficios contra las inversiones a través de su actualización en un período de tiempo denominado vida económica nos da una tasa interna de retorno del capital invertido. Esta es el indicador que determina la rentabilidad de las inversiones durante el período analizado.

Para este estudio en particular el análisis económico se efectuó en conjunto considerando las diferentes modificaciones propuestas en etapas a través del tiempo con relación a las inversiones y beneficios obtenidos a valor presente, determinando las tasas internas de retorno del capital de acuerdo al tipo de modificación.

Lo anterior se efectuó a fin de no redundar en operaciones y datos repetitivos que aumentarían el volumen del estudio.

A manera de ejemplo se muestra la metodología empleada y su aplicación en la línea "B", abarcando los distritos de Charcas, La Ventura y Encantada, en los cuales se presenta un análisis por ampliación de laderos para los tres distritos y como segunda etapa, el correspondiente para C. T. C. en el tramo de Beljamín Méndez a San Luis Potosí, el cual agrupa los distritos de Charcas y La Ventura, -

mismos que pueden ser tomados como casos prácticos de los pasos seguidos en los demás distritos que agrupan la presente tesis.

#### 4.1. ESTIMACION DE INVERSIONES

Dadas las diversas características, se estimaron costos promedio - de construcción de laderos e instalación de C. T. C. siendo las inversiones requeridas para las modificaciones propuestas las siguientes:

Costo en Millones

Costo de vía por ampliación de laderos incluyendo infraestructura y superestructura - costo por kilómetro \$ 25'000,000.00  
Long. a construir 120.9 kms.

Costo Total: 3022.500

Costo de inversión de C. T. C. para el caso particular del tramo Benjamín Méndez - San Luis Potosí. Donde el costo por kilómetro es de \$ 2'131,793.00.  
Long. total del tramo 352 kms.

Costo Total: 750.400

Costo de inversión de C. T. C. para el caso particular del tramo Irapuato-Guadalajara - (Distrito de La Barca). Donde el costo por kilómetro es de \$ 1'568,684.00  
Long. total del tramo 260 kms.

Costo Total: 407.860

Otros costos que son de interés para esta clase de análisis son los siguientes:

Costo de mantenimiento anual de vía (km/año)	\$	800,000.00
Costo de mantenimiento anual de C. T. C. (km/año)		87,000.00
Costo por desviación del tráfico al - autotransporte (de no efectuarse las- modificaciones) por tonelada bruta <u>ki</u> lometro		0.67

#### 4.2. DETERMINACION DE BENEFICIOS

Los beneficios se obtienen a partir de una calificación de la demora por encuentros, tomando como base los tiempos actuales totales de recorrido de los trenes por tramo respecto a una referencia fija en todos los casos representada por el tiempo de horario. Los valores de la demora se determinan respecto al tiempo del horario, tanto para el tráfico actual como para las recomendaciones. Estos valores se obtienen de las tablas que muestran para el ejemplo de la línea "B", en las cuales el incremento de la demora a través de los años depende del crecimiento del tráfico en la línea. De ahí los valores de los beneficios para los diferentes años.

LINEA " B "

DATOS PROMEDIO DE HORARIO

<u>Tipo de Tren</u>	<u>No. de Trenes</u>	<u>Hrs./Tren</u>	<u>Sist. Decimal Hrs./Tren</u>	<u>Sist. Sexagesimal Hrs./Tren</u>
---------------------	--------------------------	------------------	------------------------------------	--

TRAMO MONTERREY - SALTILLO

Pasajeros	6	2.43	14.58	14:35
Carga	14	4.02	56.28	56:17

TRAMO B. MENDEZ - VANEGAS

Pasajeros	6	2.28	13.68	13:41
Carga	10	3.52	35.20	35:12

TRAMO VANEGAS-S. LUIS POTOSI

Pasajeros	6	2.34	14.04	14:03
Carga	10	5.44	54.40	54:24

CONDICIONES DE TRAFICO AL INICIO DEL PERIODO (SIN MODIFICACIONES)

<u>TRAMOS</u>	<u>No. de trenes de carga Esperados</u>	<u>No. de Canales de carga Limite</u>	<u>Relación de Trenes Esperados Cap. Real</u>	<u>Tiempo de Encuentros</u>	<u>Tiempos de Tránsito</u>	<u>Tiempo total de recorrido</u>
	A	B	C = A/B	A	E	F = D + E
Monterrey - Saltillo	16	34	0.47	1.71	2.98	4.69
B. Méndez - Vanegas	11	18	0.61	2.53	3.00	5.53
Vanegas - S. L. P.	11	21	0.52	2.84	4.03	6.87

CONDICIONES DE TRAFICO AL INICIO DEL PERIODO (CON RECOMENDACIONES)

Monterrey - Saltillo	10	34	0.29	1.35	2.98	4.33
B. Méndez - Vanegas	9	25	0.36	1.49	3.00	4.49
Vanegas - S. L. P.	9	25	0.36	2.01	4.03	6.04

CONDICIONES ACTUALES DE TRAFICO AÑO DE REFERENCIA PRIMERO (SIN RECOMENDACIONES)

<u>TIPO DE TREN</u>	<u>No. de Trenes</u>	<u>Horas Tren Medio Condiciones Actuales</u>	<u>Horas-Tren Total Empleado</u>	<u>Horas Tren Total-Horario</u>	<u>Horas-Tren Demora</u>
<u>TRAMO MONTERREY - SALTILLO</u>					
Pasajeros	6	2.48	14.88	14.58	0.30
Carga	16	4.69	75.04	64.32	10.72
<u>TRAMO B. MENDEZ - VANEGAS</u>					
Pasajeros	6	2.35	14.10	13.68	0.42
Carga	11	5.53	60.83	38.72	21.66
<u>TRAMO VANEGAS - S. LUIS POTOSI</u>					
Pasajeros	6	3.34	20.04	14.04	6.00
Carga	11	6.78	74.58	59.84	14.74

CONDICIONES ACTUALES DE TRAFICO AÑO DE REFERENCIA PRIMERO (CON RECOMENDACIONES)

<u>TRAMO MONTERREY - SALTILLO</u>					
Pasajeros	6	2.43	14.58	14.58	0.00
Carga	10	4.43	44.30	40.20	4.10
<u>TRAMO B. MENDEZ -VANEGAS</u>					
Pasajeros	6	2.28	13.68	13.68	0.00
Carga	9	4.49	40.41	31.68	8.73
<u>TRAMO VANEGAS - SAN LUIS POTOSI</u>					
Pasajeros	6	2.34	14.04	14.04	0.00
Carga	9	6.04	54.36	48.96	5.40

FORMACION POR TRAMO

CONDICION ACTUAL

TRAMO SALTILLO - MONTERREY

Formación promedio por tren 4 x 39 + 1 (2760 T. B.)

Costo promedio por hora con 4 unidades de 3000 H. P. y 39 carros, 1 cabús y 1 tripulación.

<u>CONCEPTO</u>	<u>Costo Tren-Carga</u>	<u>Costo Tren-Pasajeros</u>
Combustible holgando	2,675.36	866.62
Amortización de fuerza	17,490.00	5,830.00
Reparaciones adicionales	1,400.00	470.22
Amortización de carros	15,999.63	2,226.04
Costo total por hora	37,564.99	9,392.88

Costos a la iniciación del período

<u>No.de Trenes</u>	<u>Demora</u>	<u>Costo por Hora-Demora</u>	<u>Costo-Demora</u>
6 Pasajeros	x 0.05	x 9,392.88	= 2,817.86
16 Carga	x 0.67	x 37,564.99	= 402,696.69
22 Vehículos	Costo total demora		405,514.55



CONDICION PROYECTO

Formación promedio del tren 6 x 79 + 1 (5440 T. B. ) costo promedio por hora de 6 unidades de 3000 H. P. y 79 carros, 1 autobús y tripulación .

<u>CONCEPTO</u>	<u>Costo Tren Carga</u>	<u>Costo Tren Pasajeros</u>
Combustible holgando	4,013.04	866,62
Amortización de fuerza	26,235.00	5,830.00
Reparaciones adicionales	2,100.00	705.33
Amortización de carros	32,819.74	4,566.23
Costo total por hora	65,167.78	11.968.18

Costos a la iniciación del período

<u>No. de Trenes</u>	<u>Demora</u>	<u>Costo por hora-Demora</u>	<u>Costo-Demora</u>
6 Pasajeros x	0.00 x	11,968.18	0.00
10 Carga x	0.41 x	65,167.78	267,187.90
16 Vehículo	Costo total demora		267,187.90

FORMACION POR TRAMO

CONDICION ACTUAL

TRAMO: B. MENDEZ - VANEGAS

Formación promedio del tren 2 x 49 + 1 (3180 T. B.) costo promedio por hora con 2 unidades de 3000 H.P. y 49 carros, 1 cabús y tripulación.

<u>CONCEPTO</u>	<u>Costo Tren Carga</u>	<u>Costo Tren Pasajeros</u>
Combustible holgando	1,337.68	866.62
Amortización de fuerza	8,745.00	5,830.00
Reparaciones adicionales	700.00	235.11
Amortización de carros	20,512.34	2,853.89
Costo total por hora	31,295.02	9,785.62

Costos a la iniciación del período

<u>No. de Trenes</u>	<u>Demora</u>	<u>Costo por hora-Demora</u>	<u>Costo-Demora</u>
6 Pasajeros x	0.07 x	9,785.62	4,109.96
11 Carga x	1.97 x	31,295.02	678,163.08
17 Vehículos	Costo total demora		682,273.04

CONDICION PROYECTO

Formación promedio del tren 3 x 79 + 1 (5030 T. B.) costo promedio por hora con 3 unidades de 3000 H. P. y 79 carros, 1 cabús y tripulación.

<u>CONCEPTO</u>	<u>Costo Tren Carga</u>	<u>Costo Tren Pasajeros</u>
Combustible holgando	2,006.52	866.62
Amortización de fuerza	13,117.50	5,830.00
Reparaciones adicionales	1,050.00	352.50
Amortización de carros	32,819.74	4,566.23
Costo total por hora	48,993.76	11,615.35

Costos a la iniciación del período

<u>No. de Trenes</u>	<u>Demora</u>	<u>Costo por hora-Demora</u>	<u>Costo-Demora</u>
6 Pasajeros	0.00	11,615.35	0.00
9 Carga	0.97	48,993.76	427,715.52
15 Vehículos	Costo total demora		427,715.52

FORMACION POR TRAMO

CONDICION ACTUAL

TRAMO: VANEGAS-SAN LUIS POTOSI

Formación promedio del tren 2 x 49 + 1 (3180 T. B.) costo promedio por hora con 2 unidades de 3000 H. P. y 49 carros, 1 autobús y tripulación

<u>CONCEPTO</u>	<u>Costo Tren Carga</u>	<u>Costo Tren Pasajeros</u>
Combustible holgando	1,337.68	866.62
Amortización de fuerza	8,745.00	5,830.00
Reparaciones adicionales	700.00	235.11
Amortización de carros	20,512.34	2,853.89
Costo total por hora	31,295.02	9,785.62

Costos a la iniciación del periodo

<u>No. de Trenes</u>	<u>Demora</u>	<u>Costo por hora-Demora</u>	<u>Costo-Demora</u>
6 Pasajeros	1.0	9,785.67	58,713.72
11 Carga	1.34	31,295.02	461,288.59
17 Vehículos	Costo total demota		520,002.31

CONDICION PROYECTO

Formación promedio del tren 3 x 79 + 1 (5030 T. B. ) costo promedio por hora con 3 unidades de 3000 H. P. y 79 carros, 1 cabús -- y tripulación.

<u>CONCEPTO</u>	<u>Costo Tren Carga</u>	<u>Costo Tren Pasajeros</u>
Combustible holgando	2,006.52	866.62
Amortización de fuerza	13,117.50	5,830.00
Reparaciones Adicionales	1,050.00	352.50
Amortización de carros	32,819.74	4,566.23
Costo total por hora	48,993.76	11,615.35

Costos a la iniciación del período

<u>No. de Trenes</u>	<u>Demora</u>	<u>Costo por hora-demora</u>	<u>Costo Demora</u>
6 Pasajeros	0.00	11,615.35	0.00
9 Carga	0.60	48,993.76	264,566.30
15 Vehículos	Costo total demora		264,566.30

DETERMINACION DE BENEFICIOS

<u>TRAMO</u>	<u>Costo-Demora Actual/Día</u>	<u>Costo Demora/Día Act. con recomendaciones</u>	<u>Beneficios \$/Día</u>
(1) Saltillo-Monterrey	405,514.55	267,181.90	138,332.65
(2) B. Méndez-Vanegas	682,273.04	427,715.52	254,557.52
(3) Vanegas-S.Luis P.	520,002.31	264,566.30	255,436.01

BENEFICIOS ANUALES EN EL PRIMER AÑO

(1)	138,332.65 x 365	=	50.49	Millones / Año
(2)	254,557.52 x 365	=	92.91	Millones / Año
(3)	255,436.01 x 365	=	93.23	Millones / Año

TABLA DE ACTUALIZACION DE COSTOS Y BENEFICIOS POR  
AMPLIACION DE LADEROS  
TRAMO: SALTILLO - MONTERREY

<u>A ñ o</u>	<u>Inversión</u>	<u>Costo de Conservación</u>	<u>Beneficios Directos</u> (50.49) (1.0414) <sup>N</sup>	<u>Beneficios Totales</u>
1985	87.5			87.5
86		2.60	52.58	49.98
87		2.60	54.76	52.16
88		2.60	57.02	54.42
89		2.60	59.38	56.78
90		2.60	61.84	59.24
91		2.60	64.40	61.80
92		2.60	67.07	64.47
93		2.60	69.84	67.24
94		2.60	72.73	70.13
95		2.60	75.74	73.14
96		2.60	78.89	76.29
97		2.60	82.15	79.55
98		2.60	85.55	82.95
99		2.60	89.09	86.49
2000		2.60	92.78	90.18

TRI 61.38%

Cifras en Millones de Pesos

TABLA DE ACTUALIZACION DE COSTOS Y BENEFICIOS POR

AMPLIACION DE LADEROS

TRAMO: BENJAMIN MENDEZ - VANEGAS

<u>Año</u>	<u>Inversión</u>	<u>Costo de Conservación</u>	<u>Beneficios Directos</u>	<u>Beneficios Totales</u>
			92.91 (1.0414) <sup>N</sup>	
1985	57.50			57.50
86		1.68	96.76	95.08
87		1.68	100.76	99.08
88		1.68	104.93	103.25
89		1.68	109.28	107.60
90		1.68	113.80	112.12
91		1.68	118.51	116.83
92		1.68	123.42	121.74
93		1.68	128.53	126.85
94		1.68	133.85	132.17
95		1.68	139.39	137.71
96		1.68	145.16	143.48
97		1.68	151.17	149.49
98		1.68	157.43	155.75
99		1.68	163.95	162.27
2000		1.68	170.73	169.05
			T I R	169.56%

Cifras en Millones de Pesos



TABLA DE ACTUALIZACION DE COSTOS Y BENEFICIOS POR

AMPLIACION DE LADEROS

TRAMO: VANEGAS - SAN LUIS POTOSI

<u>A ñ o</u>	<u>Inversión</u>	<u>Costo de Conservación</u>	<u>Beneficios Directos</u>	<u>Beneficios Totales</u>
			93.23(1.0414) <sup>N</sup>	
1985	93.23			93.23
86		2.64	97.09	94.45
87		2.64	101.11	98.47
88		2.64	105.30	102.66
89		2.64	109.65	107.01
90		2.64	114.19	111.55
91		2.64	118.92	116.28
92		2.64	123.85	121.21
93		2.64	128.97	126.33
94		2.64	134.31	131.67
95		2.64	139.87	137.23
96		2.64	145.66	143.02
97		2.64	151.69	149.05
98		2.64	157.97	155.33
99		2.64	164.51	161.87
2000		2.64	171.32	168.68

TRI 105.56%

Cifras en Millones de Pesos

C. T. . C.

ANALISIS DE TRAFICO Y TIEMPOS TRAMO B.MENDEZ - SAN LUIS POTOSI

A) CONDICIONES DE TRAFICO ACTUAL AL INICIARSE EL PERIODO ECONOMICO ANALIZADO CON OPERACION A BASE DE O. T.

A ñ o	No.de Trenes de carga Esperados	Cap.Real	No.de Canales de Carga Lfmite	Relación Trenes Esp. Cap.Real	Tiempo de Encuentros	Tiempo de Tránsito	Tiempo total Actual de Recorrido	Encuentros Cap. Total
	A		B	C = A/B	D	E	F = D + E	G = D/C
1986	10	21	25	0.4	2.33	7.03	9.36	4.16

B) CONDICIONES DE TRAFICO ACTUAL AL FINAL DE LA VIDA UTIL CON OPERACION A BASE DE O. T.

2007	25	21	25	1.0	4.66	7.03	11.66	2.02
------	----	----	----	-----	------	------	-------	------

A) CONDICIONES DE TRAFICO AL INICIARSE EL PERIODO ECONOMICO ANALIZADO CON OPERACIONES A BASE DE C. T. C.

1986	10	34	38	0.26	2.14	6.67	8.81	5.94
------	----	----	----	------	------	------	------	------

B) CONDICIONES DE TRAFICO AL FINAL DE LA VIDA UTIL CON OPERACION A BASE DE C. T. C.

Ultimo Año CTC.	38	34	38	1.00	6.47	6.67	13.14	6.47
-----------------------	----	----	----	------	------	------	-------	------

C) CONDICIONES DE TRAFICO CON C. T. C. AL FINAL DE LA VIDA UTIL CON OPERACIONES A BASE DE O. T.

	25	34	38	0.66	3.24	6.67	9.91	4.91
--	----	----	----	------	------	------	------	------

ANALISIS DE DEMORA TRAMO B. MENDEZ - SAN LUIS POTOSI

A) CONDICIONES ACTUALES DE TRAFICO CON OPERACION A BASE DE O. T.  
AÑO DE REFERENCIA PRIMERO 1986

CONSIDERACIONES POR DIA

<u>TIPO DE TREN</u>	<u>No. de Trenes</u>	<u>Horas-Trenes Medio Condiciones Actuales</u>	<u>Horas-Tren Total Empleado</u>	<u>Horas-Tren Total-Horario</u>	<u>Horas-Tren Demora</u>
Pasajeros	6	5.77	34.62	27.72	6.9
Carga	10	9.36	93.60	89.6	4.0

B) CONDICIONES DE TRAFICO ACTUAL AL FINAL DE LA VIDA UTIL CON OPERACION A BASE DE O. T.

Pasajeros	6	5.85	35.10	27.72	7.38
Carga	25	11.66	291.50	224.00	67.50

A') CONDICIONES DE TRAFICO AL INICIARSE EL PERIODO ECONOMICO ANALIZADO CON OPERACION A BASE DE C. T. C.

Pasajeros	6	4.62	27.72	27.72	0.00
Carga	10	8.81	88.10	89.76	- 1.66 *

B') CONDICIONES DE TRAFICO CON C. T. C. AL FINAL DE LA VIDA UTIL CON OPERACION A BASE DE O. T.

Pasajeros	6	4.62	27.72	27.72	0.00
Carga	25	9.91	247.75	224.00	23.75

\* Ahorro de Tiempo

C. T. C.

ANALISIS DEL COSTO HORA DEMORA PARA LA FORMACION

TRAMO: B. MENDEZ - SAN LUIS POTOSI

CONDICION ACTUAL

Formación promedio del tren 3 x 79 + 1 (5030 T.B.)

Costo promedio por hora con 3 unidades de 3000 H.P. y 79 carros en promedio, 1 cabús y 1 tripulación.

<u>CONCEPTO</u>	<u>Costo 3 Unidades 80 carros prom.</u>	<u>Costo Tren Pasajeros</u>
Combustible holgando	2,006.52	866.62
Amortización de fuerza	13,117.50	5,830.00
Reparaciones adicionales	1,050.00	352.50
Amortización de carros	32,819.74	4,566.23
Costo total por hora	81,813.50	11,615.35

Costos a la iniciación del periodo O.T.

<u>No.de Trenes</u>		<u>Demora</u>	<u>Costo por Hora-Demora</u>	<u>Costo-Demora</u>
6 Pasajeros	x	1.15	11,615.35	80,145.92
10 Carga	x	0.4	81,813.50	527,254.00
16 Vehiculos		Costo total demora		407,399.92

Costos al final del periodo O. T.

6 Pasajeros	x	1.23	11,615.35	85,725.28
25 Carga	x	2.7	81,813.50	5,522,411.30
31 Vehiculos		Costo total demora		5,608,136.50

CONDICION PROYECTO

Costos a la iniciación del periodo

<u>No.de Trenes</u>		<u>Demora</u>	<u>Costo por Hora-Demora</u>	<u>Costo-Demora</u>
6	Pasajeros x	0.00	11,615.35	0.00
10	Carga x	- 0.166	81,813.50	<u>- 135,810.41</u>
16	Vehiculos	Costo total demora		- 135,810.41

Al final del periodo analizado

6	Pasajeros x	0.00	11,615.35	0.00
25	Carga x	0.95	81,813.50	<u>1,943,070.60</u>
31	Vehiculos	Costo total demora		1,943,070.60

DETERMINACION DE BENEFICIOS DEL PERIODO ANALIZADO  
TRAMO: B. MENDEZ - SAN LUIS POTOSI.

<u>A ñ o</u>	<u>Costo Demora Actual/Día</u>	<u>Costo-Demora/Día Con C. T. C.</u>	<u>Diferencia o Beneficio</u>
Primero	407,399.92	- 135,810.41	543,210.33
Ultimo	5,608,136.50	1,943,070.60	3,665,065.90

Factor de Incremento de los Beneficios:

$$22 \sqrt{3,665,065.9 / 543,210.33} = 1,0907$$

Beneficio Anual en el Primer Año

$$543,210.3 \times 365 = 198.27 \text{ Millones}$$

Beneficio Anual en el 22 avo Año

$$3,665,9 \times 365 = 1337.75 \text{ Millones}$$

TABLA DE COSTOS - BENEFICIOS PARA PROYECTO DE INSTALACION DE C. T. C.

TRAMO BENJAMIN MENDEZ - SAN LUIS POTOSI

<u>A ñ o</u>	<u>Inversión</u>	<u>Conservación C. T. C.</u>	<u>Beneficios de Operación (1.0907)<sup>N</sup> 198.27</u>	<u>Toneladas Brutas (Millones)</u>	<u>Beneficios por Tráfico desviado</u>	<u>Beneficios Brutos B. N.</u>	<u>Beneficios Netos B. N. - Cons.</u>
1985				14.93			
86	750.4			15.98			- 750.4
87				16.79			
88		30.7	235.87	17.49		235.87	205.17
89		30.7	257.26	18.23		257.26	226.54
90		30.7	280.59	19.17		280.59	249.89
91		30.7	306.04	19.77		306.04	275.45
92		30.7	333.80	20.39		333.80	303.10
93		30.7	364.08	21.03		364.08	333.38
94		30.7	397.10	21.69		397.10	366.40
95		30.7	433.12	22.37		433.12	402.42
96		30.7	472.40	23.55		472.40	441.10
97		30.7	515.25	24.79		515.25	484.55
98		30.7	561.98	26.09		561.98	531.28
99		30.7	612.95	27.46		612.95	582.25
2000		30.7	668.55	28.91		668.55	637.85
01		30.7	729.18	30.43		729.18	698.48
02		30.7	795.32	32.03		795.32	764.62
03		30.7	867.46	33.72		867.46	836.76
04		30.7	946.13	36.49		946.12	915.42
05		30.7	1031.95	37.36		1031.95	1001.25
06		30.7	1125.55	39.33*		1125.55	1094.85
07		30.7	1125.55	41.40	488.19	1613.74	1583.04
08		30.7	1125.55	43.58	1002.32	2127.87	2097.17
09		30.7	1125.55	45.87	1542.39	2667.94	2637.24
2010		30.7	1125.55	48.29	2113.13	3238.68	3207.98

\* Saturación de la capacidad potencial a base de O. T.  
Cifras en Millones de Pesos

TIR = 30.78%

#### 4.3. RENTABILIDAD DE LAS INVERSIONES

Para la actualización de los costos, beneficios y cálculo de la tasa de rendimiento interno, se utilizó una microcomputadora, obteniéndose los siguientes resultados:

- Del análisis global, correspondiente a la ampliación de laderos, se obtuvo una tasa de rendimiento interno del 85.76%.
- Respecto al análisis global de C. T. C. para los distritos que lo requieren se obtuvo una tasa de rendimiento interno del - - 31.44%.

ANALISIS ECONOMICO GENERAL PARA AMPLIACION DE LADEROS

(INCLUYE TODOS LOS DISTRITOS EN ESTUDIO)

<u>A ñ o</u>	<u>Inversión</u>	<u>Beneficios</u>	<u>Beneficios Netos</u>
1985	3025.73		- 3025.73
86		2465.55	2465.55
87		2571.60	2571.60
88		2682.04	2682.04
89		2797.06	2797.06
90		2916.84	2916.84
91		3041.57	3041.57
92		3171.47	3171.47
93		3306.75	3306.75
94		3447.63	3447.63
95		3594.34	3594.34
96		3747.13	3747.13
97		3906.24	3906.24
98		4071.95	4071.95
99		4244.49	4244.49
2000		4424.19	4424.19

TRI

85.76%

Cifras en Millones de Pesos



ANALISIS ECONOMICO GENERAL PARA C. T. C.

(DE LOS TRAMOS B. MENDEZ-SAN LUIS POTOSI e IRAPUATO-GUADALAJARA)

<u>A ñ o</u>	<u>Inversión</u>	<u>Beneficios</u>	<u>Beneficios · Netos</u>
1985			
86	1152.26		- 1,152.26
87			
88		283.98	283.98
89		318.66	318.66
90		357.02	357.02
91		399.48	399.48
92		446.47	446.47
93		498.50	498.50
94		556.11	556.11
95		619.94	619.94
96		690.68	690.68
97		769.11	769.11
98		856.37	856.37
99		952.55	952.55
2000		1059.62	1,059.62
01		1178.45	1,178.45
02		1310.41	1,310.41
03		1457.00	1,457.00
04		1619.86	1,619.89
05		1800.89	1,800.89
06		2577.63	2,577.63
07		3605.03	3,605.03
08		4690.85	4,690.85
09		5837.13	5,837.13
2010		7055.74	7,055.74

Cifras en Millones de Pesos

TRI = 31.44%

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Las conclusiones que se derivan del presente trabajo son las siguientes:

De los 36 distritos analizados, 18 cuentan con suficiente capacidad instalada, lo cual permite que sus líneas no se saturan a largo plazo, teniendo una vida útil de 15 a 20 años; 5 de éstos, saturan su capacidad real hacia el año de 1995, de acuerdo con los pronósticos de tráfico, contando todavía con una vida útil de 10 años a partir de 1985. Estos distritos son los de: Camacho, Escalón, Paredón, Aldamas y Matamoros. Continuando con el mismo orden de ideas, 7 distritos se saturan en los primeros 5 años del período analizado, siendo éstos: Charcas, León, Zacatecas, Sabi---nas, Achotal, Coatzacoalcos y Apizaco. Los 6 restantes actualmente mueven un número superior de trenes a su capacidad instalada, ocasionando excesivas demoras por encuentro y en consecuencia mayor tiempo de horario entre puntos origen-destino. Asimismo, se han incrementado los costos de operación de los trenes, los distritos con este tipo de problemas son: La Ventura, La Barca, Sayula, Papaloapan, Córdoba y Orizaba, en los cuales actualmente se opera al 100%, 111%, 100%, 100%, 110% y 120% de su capacidad real respectivamente.

La propuesta de ampliación de laderos y de cambio de formación a los trenes en los distritos que saturan su capacidad, dentro -- del periodo analizado, dan una capacidad potencial suficiente, de -- tal forma que su vida útil será de 15 años en promedio después -- de concluirse las obras propuestas a corto plazo.

Para los tramos Irapuato-Guadalajara y Benjamín Méndez-San Luis Potosí, se propuso como segunda etapa la instalación de C. T. C. -- con este sistema ambos tramos tendrán una vida útil de 30 años.

El monto de las inversiones, en la primera etapa, por ampliación -- de laderos en los 18 distritos es de 3025.73 Millones de Pesos.

Las inversiones para la segunda etapa (instalación de C. T. C. solo -- para los tramos de Irapuato-Guadalajara y de Benjamín Méndez-San Luis Potosí) es de 1152.26 Millones de Pesos.

Se ha estimado que con las mejoras propuestas para la primera -- etapa, se obtendrá un beneficio global en el último año del orden -- de 50 388.85 Millones de Pesos a precios actuales, correspondien -- do a una tasa interna de retorno del 85.76%, durante el periodo -- económico analizado.

Para la segunda etapa se cuantificó un beneficio en el último año -- del orden de 38 941.48 Millones de Pesos a precios actuales co --- rrespondiendo a una tasa de retorno interna del 31.44% en el pe --

rfo económico analizado.

Los distritos de Apizaco y Orizaba hoy en día presentan serios - problemas de saturación, principalmente el de Orizaba, pero debido a las obras en proceso y las programadas a mediano plazo por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en la línea "S" , estos tramos tendrán la capacidad potencial suficiente para absorber el creciente tráfico.

El incremento de tráfico en el distrito de Sayula producirá a corto plazo la saturación total del mismo, tomando en cuenta su capacidad actual instalada, pero con las modificaciones que se están llevando alcabo actualmente en el tramo comprendido entre Sayula y Cd.Guzmán respecto al abatimiento de pendiente y curvatura- conjuntamente con las modificaciones menores propuestas, se prolongará la vida útil del tramo a largo plazo.

## RECOMENDACIONES

Con base en las conclusiones anteriores, se recomienda como -- primera etapa lo siguiente:

Iniciar en el corto plazo o a más tardar en 1985, la construcción y ampliación de los laderos que se proponen con el fin de mejorar la capacidad vehicular de cada una de las líneas tratadas.

Concluidas las obras de ampliación, se deberá proceder a modificar la formación de los trenes en la forma propuesta para cada distrito, a fin de cumplir con la condición de disminuir el número de trenes en la línea, y aumentar con ésto la vida útil de los distritos analizados.

Como segunda etapa, ya realizada la ampliación de laderos y adecuación de los trenes en los tramos Irapuato-Guadalajara y Benjamín Méndez-San Luis Potosí, se deberá programar la instalación de C. T. C. en 1986 para iniciar su operación en 1988. Se ha estimado que a partir de esta fecha dichos tramos, no tendrán problemas de congestionamiento durante los siguientes 30 años.

Cabe hacer notar que las obras de ampliación en laderos se deberán practicar a la brevedad posible, considerando que la inversión en éstas es mínima y que su realización traerá consigo altos beneficios en la operación de los trenes.

En adición a lo antes expuesto, se recomienda realizar los estudios pertinentes que coordinen el incremento de la capacidad en las líneas con la de patios y terminales de carga. Dichos estudios permitirán que se ejecuten con tiempo las ampliaciones y modificaciones que requieran las mencionadas instalaciones, asimismo, evitarán que la falta de capacidad en patios y terminales repercuta en las líneas.

Es importante señalar como última recomendación, que deberá disponerse de personal técnico que se encargue de mantener estrecha vigilancia y supervisión a lo largo de las líneas así como de realizar estudios necesarios tendientes a incrementar la capacidad de las mismas, tales como: la ampliación de laderos para encuentros, construcción de espuelas o laderos para servicio, rectificación de tramos de líneas, etc.

Se deberá contar también con el suficiente personal idoneo en la rama operativa que trabaje en la planeación de programas para la formación de trenes, movimiento de flete en estaciones terminales y patios, control de trenes extras, etc. Asimismo deberá existir estrecha colaboración entre el personal de diferentes áreas y el personal de control para agilizar el movimiento de flete a través de las líneas.

BIBLIOGRAFIA

1. "Todo lo Relacionado con Señales"  
Jhon H. Amstrong  
Unión Switch Signal Divn. Westinhouse air brake trade  
C. Pitts. Penn. EUA. - 1957 -
2. "Reglamento de Transportes de los Ferrocarriles Nacionales de México"  
Instituto de Capacitación Ferrocarrilera FF. CC. N. de M.
3. "Estudio de Capacidades de Vías Férreas"  
Unidad de Evaluación de Proyectos  
FF. CC. N. de M. 1976 - 1977
4. "Informes ET-1 ET-12 E -1 y E-2 Año 1981  
de los Ferrocarriles Nacionales de México"  
Oficina de Estadística FF. CC. N. de M.